



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Projecto “Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade”

Soluções de Abastecimento de Água e Saneamento

Catarina Santos Correia

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente –
Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Professora Doutora Leonor Amaral

Monte da Caparica, 2008

AGRADECIMENTOS

À Professora Leonor Amaral, por todo o apoio e incentivo na concretização deste trabalho.

À Direcção da Associação “Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade” pela possibilidade que me concederam no acesso e utilização de dados do Projecto.

À Administração da Águas do Oeste, pela oportunidade que me concederam de acompanhar este Projecto.

Ao Eng.º Arnaldo Pêgo, por toda a ajuda e partilha de dados no desenvolvimento deste projecto e que foram significativamente importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Eng.º Carlos Póvoa, pela partilha de dados.

À Câmara Municipal de Peniche, da qual destaco o Sr. Presidente (António José Correia), o Eng.º Raminhos (SMAS de Peniche), Dr. Sérgio Leandro e Eng.º Nuno Carvalho pela disponibilização de dados importantes para o trabalho.

Ao Eng.º Nuno Pereira, responsável de operação da Estação de Dessalinização de Porto Santo pela disponibilidade que demonstrou no fornecimento de dados dessa instalação.

Aos meus Pais e Irmã, pelo apoio absoluto e constante.

Ao Filipe, meu namorado, pela paciência, apoio, e incentivo, essenciais na concretização deste trabalho.

A minha amiga Ana Costa pela coragem que me foi inculcando.

RESUMO

O Arquipélago da Berlenga, situado a cerca de 12 quilómetros a noroeste da costa de Peniche é uma Reserva Natural única no nosso País, caracterizada por um património ecológico de particular riqueza. Com a criação da Reserva Natural da Berlenga (RNB) em 1981, através do Decreto-Lei n.º 264/81, de 3 de Setembro, deu-se o primeiro passo na tentativa de conservação das condições naturais, tendo em conta a actividade humana que ali se desenvolve. Em Setembro de 2006, no âmbito das comemorações do XXV aniversário da Reserva Natural da Berlenga, e por desafio lançado pelo Município de Peniche ao Ministério do Ambiente, na pessoa do Sr. Secretário de Estado do Ambiente, resulta o nascimento do Projecto “Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade”. O Projecto foi assumido formalmente com a assinatura de uma Carta de Compromisso, em 5 de Julho de 2007, entre as várias entidades que estão na base do seu desenvolvimento. Em Abril de 2008 foi concretizada a constituição da Associação sem fins lucrativos que tornará possível a implementação deste Projecto e que tem como finalidade dotar a Ilha da Berlenga de capacidades de geração e armazenamento de energia a partir de fontes renováveis, bem como de produção de água potável, tratamento de águas residuais e resíduos sólidos, de modo a garantir a sustentabilidade e biodiversidade a longo prazo.

Neste trabalho pretende-se analisar as soluções a implementar no que respeita ao abastecimento de água e tratamento de águas residuais, tendo em conta a elevada especificidade deste local.

ABSTRACT

The Archipelago of Berlenga, situated about 12 kilometres off the northwest coast of Peniche, is a matchless Nature Reserve in Portugal characterized by an ecological heritage of particular wealth. The *Reserva Natural da Berlenga (RNB)* (The Nature Reserve of Berlenga) was created in 1981, through Decree-law n. º 264/81, of September 3th, contributing to the first step towards conservation of the natural conditions considering the existing local human activity. In the scope of the 25th anniversary celebration of the Nature Reserve of Berlenga in September, 2006, and of a challenge launched by City of Peniche to the Secretary of State, Ministry of the Environment, was born the "Project Berlenga – Laboratory of Sustainability". This Project was formally assumed with the signing of a Letter of Commitment on the 5th of July, 2007 between the various entities that are the peers of its development. The constitution of a non profitable Association in April, 2008, will make possible the implementation of this Project, and has the purpose to endow generation capacities and storage of energy from renewable sources, as well as production of potable water, residual water and residual solid treatment, in order to guarantee long-term sustainability and biodiversity on the Island of Berlenga.

In this study we intend to analyze the solutions to implement water supply and residual water treatment, keeping in mind the local specificity.

ÍNDICE

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DO ARQUIPÉLAGO DA BERLENGA.....	1
ENQUADRAMENTO LEGAL DO ARQUIPÉLAGO DA BERLENGA	3
PROJECTO “BERLENGA – LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE”	5
OBJECTIVOS DO TRABALHO.....	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA.....	11
1. Abastecimento de água	11
2. Descarga de Águas Residuais.....	11
3. Qualidade das águas balneares	11
3.1 Critérios para atribuição de Bandeira Azul	16
A CAMINHO DA SUSTENTABILIDADE	18
PROCESSOS DE DESSALINIZAÇÃO– APLICAÇÕES E CUSTOS ASSOCIADOS	19
RECOLHA DE DADOS.....	27
OCUPAÇÃO HUMANA	27
CAPACIDADE DE CARGA.....	28
INFRA-ESTRUTURAS	29
Abastecimento de água salgada.....	30
Abastecimento de Água doce	32
Águas residuais	39
RESULTADOS	43
DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA BALNEAR.....	43
Dados de monitorização no âmbito do Programa de verificação da aptidão da água para uso balnear	44
Dados extra da CCDR e da CMP - Época Balnear 2008	45
Dados da qualidade da água balnear na Berlenga – 2008 (Fonte- INAG).....	51
DISCUSSÃO	53
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOCE.....	53
ABASTECIMENTO DE ÁGUA SALGADA	57
TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	57

PLANO DE ACTIVIDADES DA ASSOCIAÇÃO PONTO DE SITUAÇÃO	63
REALIZAÇÃO DE ESTUDO DE INCIDÊNCIAS AMBIENTAIS.....	63
AVALIAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS.....	64
SISTEMA DE ENERGIA.....	65
SISTEMA DE ÁGUA E SANEAMENTO	67
SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	69
INTEGRAÇÃO GLOBAL DOS SISTEMAS.....	70
LICENCIAMENTOS.....	70
CANDIDATURA AO PROGRAMA QREN	70
OUTRAS ACÇÕES A DESENVOLVER	71
CONCLUSÕES.....	73
SUGESTÕES PARA O SUCESSO DO PROJECTO	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXO I.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 - Enquadramento geográfico do Arquipélago da Berlenga	1
Fig. 2 – Ilha da Berlenga – vista aérea.....	2
Fig. 3 – Ilha da Berlenga – vista de mar.....	2
Fig. 4 - Imagem de uma unidade de OI da Central Dessalinizadora do Porto Santo.....	21
Fig. 5 – Bairro dos pescadores	29
Fig. 6 – Grupo electrobomba de captação de água salgada	30
Fig. 7 – Cisternas de água salgada.....	31
Fig. 8 – Tubagens e válvulas para distribuição de água salgada	32
Fig. 9 – Antiga dessalinizadora	33
Fig. 10 – Cisternas de aspiração da antiga dessalinizadora.....	33
Fig.11 – Cisterna de água doce	34
Fig. 12 - Tubagem de ligação à cisterna	34
Fig.13 - Grupo electrobomba de bombagem do reservatório de 75 m3 para as cisternas	35
Fig. 14 Cisternas de água doce	36
Fig.15 – Pontos de distribuição de água doce	38
Fig. 16 – Triturador	39
Fig.17 – Poço de bombagem (vista geral).....	41
Fig. 18 – Câmara de válvulas	41
Fig. 19 – Ponto de descarga de by-pass.....	42
Fig. 20 – Descarga de águas residuais.....	42
Fig. 21 – Vista aérea com localização dos pontos de recolha de amostras.....	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de referência para águas balneares	14
Tabela 2 – Dados de monitorização recolhidos pelo INAG	44
Tabela 3 – Dados recolhidos pela CCDR-LVT na época balnear de 2008	45
Tabela 4 – Dados recolhidos pela CMP na época balnear de 2008	45

INTRODUÇÃO

ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DO ARQUIPÉLAGO DA BERLENGA

Situado no Atlântico Nordeste, o Arquipélago das Berlengas dista cerca de 5,7 milhas do Cabo Carvoeiro, sendo composto por três grupos de ilhas: a Berlenga com alguns ilhéus e recifes adjacentes, as Estelas e os Farilhões–Forçadas. Estes grupos de ilhas estendem-se para NNW da Berlenga, segundo um comprimento de pouco mais de 4 milhas.

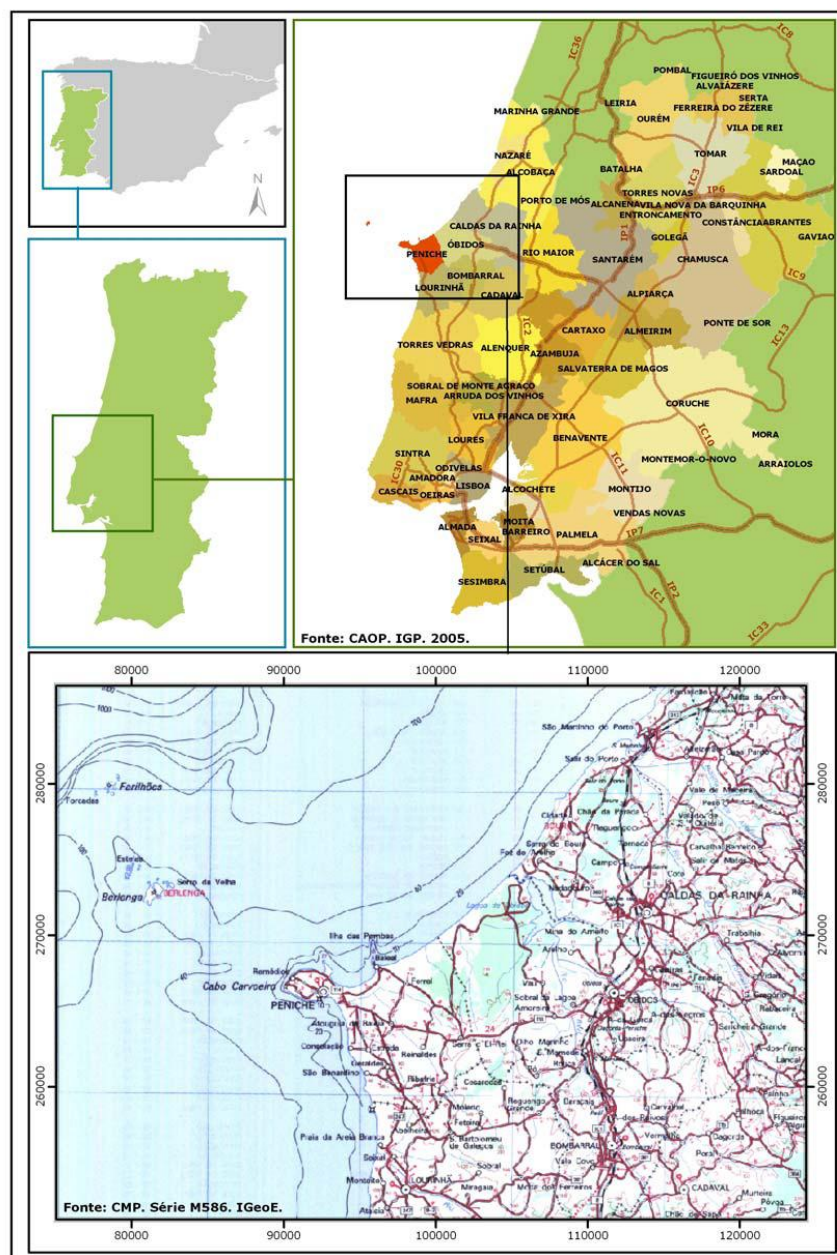


Fig.1 - Enquadramento geográfico do Arquipélago da Berlenga

O arquipélago tem uma superfície terrestre aproximada de 104 ha. A Berlenga, a maior das ilhas, ocupa uma área emersa de 78,8 ha. Adicionalmente, os ilhéus e recifes em seu redor ocupam uma área emersa de 3,8 ha.

Devido à forma bastante recortada da interface terra-mar, a Berlenga apresenta um perímetro de cerca 4 km.

Com cerca de 77,7 km² de superfície total, situadas na orla superior da plataforma costeira portuguesa, na latitude de 39° 20' N, em termos administrativos, as ilhas foram incluídas no concelho de Peniche,.



Fig. 2 – Ilha da Berlenga – vista aérea



Fig. 3 – Ilha da Berlenga – vista de mar

ENQUADRAMENTO LEGAL DO ARQUIPÉLAGO DA BERLENGA

Este Arquipélago constitui uma Reserva Natural estando em fase de aprovação o seu Plano de Ordenamento.

Na sua versão para discussão pública é feito o enquadramento legal que de seguida se transcreve:

“A Reserva Natural da Berlenga foi criada em 1981 (Decreto-Lei n.º 264/81, de 3 de Setembro) e constitui parte integrante da Rede Nacional de Áreas Protegidas. A gestão desta rede compete ao Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) podendo ser exercida directamente ou por delegação, devidamente articulada com outras entidades, públicas e privadas.

Nessa altura, importava definir o enquadramento institucional das actividades humanas desenvolvidas na ilha da Berlenga e nas águas marítimas adjacentes, considerando aquele espaço como recurso natural e cultural muito importante, com diversas características únicas, em risco de degradação. Por outro lado, a Reserva visa salvaguardar as particularidades locais da flora e da fauna, nomeadamente alguns aspectos ornitológicos relevantes, conjugando a gestão articulada deste património comum numa perspectiva de sustentabilidade.

De facto, em 1981 já se reconhecia ser necessário compatibilizar da melhor forma os objectivos de conservação da natureza no arquipélago com o potencial turístico e recreativo daquela área.

Na criação desta Área Protegida vigorou pois a perspectiva de uma gestão integrada dos diferentes aspectos ambientais, patrimoniais/culturais e socioeconómicos. Evidenciava-se desde logo a necessidade de salvaguardar e valorizar o património, natural e cultural, terrestre e marinho, precisamente onde ele assume maior riqueza específica e onde seja mais vulnerável. Esta preocupação traduziu-se pela inclusão na Reserva de uma área de protecção marinha estabelecida em torno da Berlenga, delimitada pela linha de batimetria dos 30m, envolvendo toda a ilha principal, os seus ilhéus e recifes. Esta visão pioneira é de facto notável, e marca, com antecedência de décadas, o percurso idêntico desenvolvido pela União Europeia noutros locais.

Desde a criação da Reserva em 1981, foram promulgados vários diplomas para regular as actividades humanas naquela área, de modo a proporcionar os objectivos pretendidos de conservação da natureza e também para garantir formas de utilização humana compatíveis, no respeito pelos primeiros.

De facto, foi possível inverter o processo de degradação que afectava a Berlenga desde 1972 e que se agravou drasticamente a seguir a 1974.

A partir de 1998, associada à comemoração do Ano Internacional dos Oceanos, essa gestão foi reforçada e a respectiva área de intervenção foi alargada, passando a incluir todo o arquipélago. Ficou também consagrada a existência de uma Área Protegida da Rede Nacional em que a parte emersa é significativamente mais reduzida do que a parte marinha, reconhecendo dessa forma simbólica a importância estratégica do património natural imerso da plataforma continental portuguesa, a necessidade de salvaguardar as suas vastas potencialidades e estabelecer regras específicas que norteiem a sua utilização pelas actividades humanas.

Realça-se ainda para esta área, o reconhecimento formal do estatuto de Zona de Protecção Especial (ZPE) designada em 1999, ao abrigo de legislação comunitária, criada especificamente para proteger as aves selvagens e os seus habitats (Directiva 79/409/CEE). Mais tarde, no quadro de aplicação da Directiva Comunitária 82/93/CE, o arquipélago das Berlengas passou também a integrar a Lista Nacional de Sítios da Rede Natura 2000, dado possuir importância relevante para a flora terrestre e para a restante fauna, designadamente na área marinha.

E desde essa altura, foi-lhe conferida maior importância na Rede Europeia de Áreas Protegidas.

No contexto nacional, o Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Berlengas tem as atribuições de Plano Especial, precisamente pelas características e funções estratégicas da Rede Nacional de Áreas Protegidas. O referido Plano é vinculativo para os diversos organismos e entidades com responsabilidade na gestão territorial, vinculando também particulares. Encontra-se enquadrado pelo regime jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), para o Território Nacional (Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro).

Na continuação deste processo, para além dos objectivos da Reserva Natural das Berlengas, que importa prosseguir, reforçar e compatibilizar com as normas da Zona de Protecção Especial, existe ainda a Resolução do Conselho de Ministros n.º 47/01 que veio estabelecer os Objectivos que o Plano de Ordenamento deve satisfazer durante a sua vigência, definindo também a composição da respectiva Comissão Mista de Coordenação.”

PROJECTO “BERLENGA – LABORATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE”

Dada a importância ecológica desta ilha no contexto nacional e internacional é fundamental que sejam criadas condições de sustentabilidade ambiental que permitam a presença humana (limitada) na ilha sem que isso afecte a saúde pública daqueles que a visitam, bem como a fauna e flora presentes.

A criação da Reserva Natural da Berlenga foi o primeiro passo na tentativa da manutenção dessas condições naturais, no entanto, dados os investimentos em causa para o alcance desse objectivo, muito há ainda para fazer.

Foi então que em 3 de Setembro de 2006, no âmbito das comemorações do XXV aniversário da Reserva Natural Marinha das Berlengas, surgiu o Projecto “Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade”, resultando de um desafio lançado pelo Presidente da Câmara Municipal de Peniche, António José Correia, aquando da visita do Secretário Estado do Ambiente, Prof. Dr. Humberto Rosa à ilha da Berlenga, para essas comemorações.

Efluentes, energia eléctrica (actualmente produzida através de motores a diesel), limitações ao abastecimento de água e riscos de derrames de combustível, são exemplos de problemas que a Reserva tem de ultrapassar. Falhas na implantação de acções correctivas conduzirão a quebras intoleráveis na operacionalidade da Reserva. O “isolamento de Inverno”, em contraste com a “invasão de verão”, caracterizada por uma grande afluência de visitantes à ilha, vem criando problemas logísticos e de infra-estruturas que deverão ser corrigidos. Este tipo de situações correntes recomenda a adopção de uma abordagem global e integrada que servirá, simultaneamente, para tornar a Berlenga numa “*low carbon island*” exemplar.

O projecto Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade pretende combater essas ameaças, intervindo ao nível da energia, da gestão de resíduos, do fornecimento e tratamento de água, e do saneamento.

Os Parceiros do projecto trabalharão, no respeito pelos interesses dos residentes e comerciantes da Berlenga, para a definição dos requisitos críticos, tendo em vista um projecto que maximize a utilização de um conjunto coerente de soluções.

As soluções potenciais serão identificadas e avaliadas pela sua adequação aos objectivos em vista.

Do mesmo modo que a adequação técnica e os benefícios ambientais constituirão elementos chave para o desenho conceptual do sistema, outros factores, tais como a visitação da Ilha focalizada nos seus aspectos culturais e educativos, terão igualmente de se tornar objectivos a considerar. Deseja-se que a Berlenga possa vir a ser um “showcase” de sustentabilidade e biodiversidade a longo prazo, não só para Portugal como em relação a outras ilhas e locais remotos em geral, particularmente nos países em vias de desenvolvimento.

No dia 21 de Abril de 2008 foi constituída a Associação sem fins lucrativos **Berlenga Laboratório de Sustentabilidade**, cujos Parceiros são:

- Município de Peniche
- Centro Para Prevenção da Poluição, C3P
- Energias de Portugal S.A., EDP
- AdP – Águas de Portugal, SGPS, S.A.
- Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto, INESC Porto
- GALP Energia, S.A.
- EFACEC Engenharia S.A.
- Instituto de Soldadura e Qualidade, ISQ
- Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade, ICNB
- Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, INETI
- Sociedade de Advogados Rui Pena, Arnaut & Associados
- Marinha, Direcção de Faróis

A ASSOCIAÇÃO tem como objectivo desenvolver e implementar o Projecto denominado “**Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade**”, com a finalidade de

dotar a Ilha da Berlenga de capacidades de geração e armazenamento de energia a partir de fontes renováveis, bem como de produção de água potável, tratamento de águas residuais e resíduos sólidos de modo a garantir a sustentabilidade e biodiversidade a longo prazo.

Para tal, deverão ser implementadas as seguintes medidas:

- Estudo e análises parcelares de Incidências Ambientais
- Design das Instalações / Soluções Técnicas a criar na Ilha:
 - Energia;
 - Água e Saneamento;
 - Gestão de Resíduos Sólidos.
- Criação de um modelo auto-sustentável com operações de emissão zero
- Organização da gestão ambiental da Ilha.

Este projecto pretende ser um marco ao nível do desenvolvimento sustentável nacional e sustentará a candidatura da Berlenga à Reserva da Biosfera, galardão internacional atribuído pela UNESCO.

OBJECTIVOS DO TRABALHO

Neste trabalho pretende dar-se a conhecer o desenvolvimento deste projecto, e as suas fases de implementação, analisando as soluções de abastecimento de água e tratamento de águas residuais adequadas a este contexto específico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA

1. Abastecimento de água

Um dos objectivos definidos para o projecto “Berlenga – Laboratório da Sustentabilidade” é a produção de água potável. Se é entendimento geral que água potável é água com características próprias para o consumo humano, então, a legislação aplicável a esta matéria é a Directiva 98/83/CE, transposta para o direito interno através do DL 306/2007 de 27 Agosto. Neste diploma são definidos os critérios de qualidade microbiológica e físico-química para a água para consumo humano.

2. Descarga de Águas Residuais

No que respeita a esta matéria importa analisar o DL 152/97 de 19 de Junho, com as alterações introduzidas pelo DL 149/2004, decorrentes da aplicação da Directiva 91/271/CEE. No artigo 8º do DL 152/97 é referido que as descargas de águas residuais urbanas para e.p. inferiores a 10.000 habitantes em águas costeiras, só poderão ser licenciadas quando se submetam a um tratamento apropriado, tal como é definido no n.º 8 do artigo 2º e que diz que:

“Tratamento apropriado” – o tratamento de águas residuais urbanas por qualquer processo e ou qualquer sistema de eliminação que, após descarga, permita que as águas receptoras satisfaçam os objectivos de qualidade que se lhes aplicam.

3. Qualidade das águas balneares

O Instituto da Água IP, entidade afecta ao Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (MAOTDR), é a entidade que coordena a aplicação da Directiva 76/160/CEE, sobre qualidade das águas balneares. Esta

legislação está em vigor enquanto não se transpõe para direito nacional a Directiva 2006/7/CE de 15 de Fevereiro de 2006, sobre a gestão da qualidade das águas balneares.

As competências do INAG, em relação à monitorização da qualidade da água, definem-se pelo:

- Acompanhamento e avaliação do cumprimento da legislação nacional e comunitária em vigor,
- Interlocutor com a Comissão Europeia, para os assuntos técnicos respeitantes à aplicação da directiva comunitária (76/160/CEE) em Portugal,
- Coordenação em relação às diversas entidades envolvidas no processo de verificação da qualidade das águas,
- Divulgação dos dados referentes aos resultados anuais da qualidade da água, na classificação das zonas balneares colaboração na elaboração e realização dos programas de melhoramento necessários.

A Directiva 76/160/CEE possui uma Comissão de Acompanhamento de Aplicação, constituída pelas CCDR's, DGS, APA, DRA-Açores e DRPSPMadeira e coordenada pelo INAG, no seio da qual são discutidas as estratégias gerais e são preparadas e avaliadas as épocas balneares.

Compete às CCDR's efectuar a determinação da qualidade das águas balneares com vista à verificação da sua conformidade com a norma de qualidade.

As águas balneares são classificadas de acordo com os valores imperativos e guia exigidos na Directiva 76/160/CEE, de 8 de Dezembro de 1975, que correspondem aos valores-limite fixados na legislação portuguesa (Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto).

No entanto, em 2008 e numa tentativa de aproximação aos requisitos da Directiva 2006/7/CE, que estabelece dois parâmetros de análise (*enterococos* intestinais e *escherichia coli*) em vez dos dezanove previstos na directiva anterior, foram monitorizados os seguintes parâmetros:

- Coliformes Totais
- *Escherichia coli*
- Enterococos intestinais
- Óleos minerais
- Substâncias Tensioactivas
- Fenóis

A salmonela é também pesquisada sempre que um inquérito local na água balnear revele a sua presença ou quando a qualidade da água se deteriorou.

No caso específico da Berlenga, cuja época balnear decorre entre 1 Junho e 30 de Setembro (Lei 44/2004 de 19 de Agosto), foram monitorizados exactamente os parâmetros acima mencionados.

Para efeitos do cumprimento do Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, assume-se que *Escherichia coli* é equivalente a Coliformes fecais e que Enterococos intestinais é equivalente a *Streptococcus fecalis*, tal como está previsto na fase de transição entre a Directiva Comunitária 76/160/CEE e a Directiva Comunitária 2006/7/CE.

Neste momento, a frequência da amostragem das zonas balneares é alvo de um plano estabelecido anualmente que tem por base o historial de qualidade de cada zona balnear.

Assim, e de acordo com a legislação em vigor, a frequência de amostragem, a começar 15 dias antes da época balnear, é a seguinte:

- Análises quinzenais durante a época balnear, para as águas balneares que não apresentem variações significativas de qualidade. No caso das águas balneares terem revelado qualidade boa pelo menos nas duas épocas imediatamente anteriores, a frequência pode ser mensal;
- Quando se verifiquem variações sistemáticas de qualidade, a análise realizada passa a ter uma frequência semanal.

Metodologia de classificação

Encontram-se definidos valores - limite para os diferentes parâmetros analisados, que até à transposição da nova Directiva, são os seguintes:

Tabela 1 – Valores de referência para águas balneares

	Valor Máximo Recomendado (VMR) ou Valor Guia (G)	Valor Máximo Admissível (VMA) ou Valor Imperativo (I)
Coliformes totais/100 ml	500	10000
E.coli /100 ml	100	2000
Enterococos/100 ml	100	---
Óleos minerais (mg/l)*	0,3	---
Substâncias tensioactivas (mg/l)*	0,3	---
Fenóis (mg/l)*	5	50

*Estes parâmetros podem também ser avaliados com base em exame visual/olfactivo

- Valores Máximos Recomendados (V.M.R.) – Valores guia (G), valor de norma de qualidade que, de preferência, deve ser respeitado ou não excedido.
- Valores Máximos Admissíveis (V.M.A.) – Valores imperativos (I), valor de norma da qualidade que não deverá ser excedido

Ao abrigo do Decreto-Lei n.º 236/98, apenas os parâmetros Coliformes totais, *Escherichia coli*, óleos minerais, substâncias tensioactivas e fenóis, são utilizados na classificação final das águas balneares, sendo a análise dos restantes apenas indicativa das possíveis fontes poluidoras e/ou condições em que a colheita é realizada.

Sempre que, após análise visual, são detectados óleos minerais, substâncias tensioactivas ou fenóis procede-se à sua quantificação de modo a averiguar se o seu valor ultrapassa ou não o valor máximo recomendado (VMR) ou o valor máximo admissível (VMA) estabelecido na norma de qualidade.

As autoridades portuguesas e ainda segundo a Directiva 76/160/CEE, classificam as águas balneares em três categorias:

- “Boa”: qualidade da água balnear conforme com os valores guia para os parâmetros coliformes totais e coliformes fecais e com os valores imperativos para os parâmetros físico-químicos, óleos minerais, substâncias tensioactivas e fenóis.
- “Aceitável”: qualidade da água balnear conforme com os valores imperativos para os parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, óleos minerais, substâncias tensioactivas e fenóis.
- “Má”: qualidade da água balnear não conforme com os valores imperativos para os parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, óleos minerais, substâncias tensioactivas ou fenóis.

Com base nos valores de referência, e de acordo com o número de análises realizadas ao longo da época balnear, as águas balneares são classificadas em C (G), C (I), NC, Freq, NS ou INT de acordo com os critérios:

- Boa - C (G) – Conforme segundo os valores guias - Se 80% das análises efectuadas são inferiores a G para os parâmetros bacteriológicos.
- Aceitável - C (I) – Conforme segundo os valores imperativos - Se 95% das análises efectuadas são inferiores a I para os parâmetros bacteriológicos e físico-químicos.
- Má - NC – Não conforme - Se mais de 5% das análises efectuadas excedem I para os parâmetros bacteriológicos e físico-químicos.
- Freq – Se a frequência da amostragem mínima não é cumprida.
- NS – Se não é recolhida nenhuma amostra no decorrer da época balnear.
- INT – Se a prática de banhos for interdita.

A salmonela já não influencia a classificação, no entanto, sempre que a sua pesquisa se revele positiva este facto é assinalado juntamente com a classificação da zona banhear.

Toda esta classificação irá ser alterada quando a Directiva 2000/60/CE for transposta. Esta, introduz alterações quer a nível da frequência de amostragem, quer a nível dos valores de referência, sendo que, os valores a partir dos quais as águas balneares se encontram numa situação de não conformidade passarão a ser mais restritivos.

Passarão também a ser tidos em conta outros parâmetros, como a presença de cianobactérias ou de microalgas.

As águas passarão a ser classificadas, segundo quatro níveis de qualidade: medíocres, suficientes/aceitáveis, boas e excelentes.

Aumenta sem dúvida a protecção para a saúde pública, numa abordagem mais pro-activa em detrimento de uma abordagem reactiva.

3.1 Critérios para atribuição de Bandeira Azul

Este galardão representa um símbolo de qualidade ambiental atribuído anualmente pela Comissão Europeia da Bandeira Azul às praias e marinas que se candidatam e que cumpram um conjunto de critérios. Para as praias são considerados 27 critérios, dos quais, 22 são imperativos abrangendo três tópicos gerais interdependentes, dos quais se apresentam alguns exemplos:

• Qualidade da água

- Cumprimento de todas as normas e legislação (1º critério para atribuição da bandeira azul);
- Ausência absoluta de descargas de águas residuais industriais ou urbanas na área da praia;
- Existência de planos de emergência, locais ou regionais, relativamente a acidentes de poluição na praia.

• **Informação e educação ambiental**

- Existência de mecanismos para aviso da população em tempo útil, em caso da alteração da situação de qualidade;
- Realização de actividades de educação e a existência de um centro de interpretação ambiental ou estrutura similar;
- Afixação pública das normas de conduta da praia, informação actualizada sobre qualidade da água e os contactos dos responsáveis pela campanha ao nível local, nacional e europeu.

• **Gestão ambiental e equipamentos**

- Existência de recipientes próprios para lixo;
- Existência de um plano de ordenamento para a zona costeira;
- Existência de acesso seguro à praia.

A CAMINHO DA SUSTENTABILIDADE

Quatro anos de estudo e debate pela WCED (World Commission on Environment and Development) resultaram no chamado Relatório de Brundtland: *Our Common Future* (World Commission on Environment and Development, 1987). O relatório defende que tinha chegado a hora de associar economia e ecologia, para que a comunidade em geral começasse a assumir a responsabilidade por ambas as causas e as consequências das alterações ambientais. *Sustentabilidade* tornou-se a palavra de ordem e o desenvolvimento sustentável passou a ser definido em termos de uma ética inter-geracional. A WCED definiu o desenvolvimento sustentável como:

"Desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades. Ela contém em si dois conceitos fundamentais: o conceito de «necessidade», nomeadamente no que se refere às necessidades essenciais das populações mais pobres do mundo, para quem deve ser dada prioridade, e a ideia de limitações impostas pelo estado da tecnologia e da organização social sobre a capacidade do meio ambiente responder a necessidades futuras. (WCED, 1987).

Mais recentemente, a sustentabilidade tem sido objecto de renovado interesse e debate (Rao, 2000). Em 2002 na Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, em Joanesburgo, o slogan “people, planet, prosperity”, foi adoptado, de modo a reflectir a exigência de que o desenvolvimento sustentável implica não só um equilíbrio entre o desenvolvimento económico e a protecção ambiental, mas também integrando o desenvolvimento social.

Hoje, o desenvolvimento sustentável tem assumido grande importância na política e na investigação, sendo que as relações socio-económicas e sócio-culturais se tornaram cada vez mais relevantes (Lehtonen, 2004; Robért *et al.*, 2002), representando conceitos cada vez mais presentes na terminologia dos decisores políticos (George e Kirkpatrick, 2006; OCDE, 2001; UNDESA, 2002).

Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade são conceitos que facilmente se confundem, mas genericamente o conceito de Sustentabilidade pode ser considerado como o estado e potencial de uma área para atingir o desenvolvimento sustentável.

A avaliação e medição da sustentabilidade são já desenvolvidas muitas vezes a nível local. Através de indicadores de referência internacional é já possível fazer uma aproximação ao estado da sustentabilidade de um determinado local. Na Grécia, na University of the Aegean, em Mytilini, foi desenvolvido um estudo “*Monitoring sustainability in insular áreas*” (Spinalis *et al*, 2009), com vista à avaliação do estado de sustentabilidade das ilhas de Paros e Kos. Para esta avaliação foram identificados os factores de sustentabilidade mais significantes e seleccionados indicadores de referência a nível internacional adaptados às características do local (localização no Mediterrâneo e efeito da insularidade).

PROCESSOS DE DESSALINIZAÇÃO– APLICAÇÕES E CUSTOS ASSOCIADOS

Em zonas litorais, onde a água doce é um recurso escasso ou mesmo inacessível, a dessalinização da água salgada ou salobra pode assumir-se como uma forte solução para esse problema.

O início da indústria da dessalinização dá-se no início do século XX, em 1912, com a instalação no Egipto de seis unidades de dessalinização por evaporação, com uma capacidade de 75 m³/dia.

Em 1928 foi instalado em Curaçao uma estação dessalinizadora pelo processo da destilação artificial, com uma produção diária de 50 m³ de água potável. Sendo que em 1971 as instalações foram ampliadas para produzir 20.000 m³ por dia.

Nos Estados Unidos da América as primeiras iniciativas para o aproveitamento da água do mar datam de 1952, quando o Congresso aprovou a Lei Pública número 448, cuja finalidade seria criar meios que permitissem reduzir o custo da dessalinização da água do mar. O Congresso designou a Secretaria do Interior para fazer cumprir a lei, daí resultando a criação do Departamento de Águas Salgadas. Em 1973 surge a

primeira central dessalinizadora por Osmose Inversa em Greensfield, Iowa, EUA, com uma capacidade de 470 m³/dia.

O Chile foi um dos países pioneiros na utilização da destilação solar, construindo o seu primeiro destilador em 1961.

Em 1964 entrou em funcionamento o alambique solar de Syni, ilha grega do Mar Egeu, considerado o maior da época, destinado a abastecer de água potável a sua população de 30.000 habitantes.

A Grã-Bretanha, já em 1965, produzia 74% de água doce que se dessalinizava no mundo, num total aproximado de 190.000 m³ por dia.

No Brasil, algumas experiências com destilação solar foram realizadas em 1970, sendo que em 1987 a Petrobrás iniciou o seu programa de dessalinização de água do mar para atender às suas plataformas marítimas, usando o processo da osmose inversa, tendo esse processo sido usado pioneiramente na Baía.

Na Arábia Saudita em 1979 é instalada a primeira unidade de dessalinização por osmose inversa.

Em 1983, o LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, iniciou algumas experiências com o processo de osmose inversa, visando, sobretudo, o abastecimento das ilhas dos Açores, Madeira e Porto Santo. Em 1979, surge a primeira central dessalinizadora instalada na ilha de Porto Santo. Esta foi a primeira central dessalinizadora de água do mar em território europeu a utilizar o processo da osmose inversa (OI) (Fig.4). Esta instalação é a única no nosso país que produz água para consumo humano. Aliás a totalidade da ilha de Porto Santo é abastecida com água proveniente desta instalação de dessalinização, à excepção de duas unidades hoteleiras que têm produção própria. A sua capacidade de produção é de 5500 m³/dia, e apresenta as seguintes características:

Taxa de recuperação média: 38%

Custos de energia associados: cerca de 0,4 €/m³

Área ocupada pela instalação: 1570 m²

Processo de tratamento: Captação de água – Pré-tratamento com microfiltração e doseamento de dispersante – osmose inversa.

Encaminhamento dos sub-produtos: o único sub-produto é a salmoura que é devolvida ao mar.



Fig. 4 - Imagem de uma unidade de OI da Central Dessalinizadora do Porto Santo

É na década de oitenta que a osmose inversa sofre um enorme salto quantitativo com o comissionamento de várias unidades com capacidades instaladas até aos 50.000 m³/dia.

Existem actualmente várias unidades dessalinizadoras por OI de água do mar com capacidades superiores a 90.000 m³/dia, como por exemplo a central de Al Jubail, Arábia Saudita, 91.000 m³/dia (Baig e Kutbi, 1998), a central de Tampa Bay, Flórida, 94.600 m³/dia (Wilf e Klinko, 2001).

Em Espanha, onde a dessalinização é utilizada desde os anos 70, existem mais de 700 estações, sobretudo junto à costa sul. Banhada pelo Mediterrâneo, a Espanha aposta na dessalinização da água do mar para aliviar a escassez de água doce, intensificada pela seca no país. Neste momento a estação de Carboneras, na província de Almeria, é a maior central dessalinizadora do país com uma capacidade de produção de água doce de 123.000 m³/dia.

Em Portugal, o Grupo de Hotéis Pestana para abastecer de águas doce, investiu já na construção de uma Central Dessalinizadora para as suas unidades hoteleiras no Alvor. A capacidade de produção de água doce instalada é de 800 m³/dia e serve para regas e para lavagens de áreas públicas dos empreendimentos.

Os processos de dessalinização habituais consistem basicamente em promover a separação dos sais existentes na água salgada ou salobra aproveitando a água quase isenta de sais para o consumo humano e rejeitando a restante sobre a forma de uma solução com elevada concentração. Obtém-se assim, o permeado (água tratada) e o concentrado. Os processos industriais podem ser divididos basicamente em três classes:

- 1- **Processos térmicos**, que incluem a Evaporação Multi Flash (MSF), a Destilação Multi Efeito (MED), e a Compressão de Vapor (VC)
- 2- **Processos com membranas**, que incluem a osmose inversa, a nanofiltração e a electrodialise. Estes dois últimos processos apenas se aplicam a dessalinização de águas salobras.
- 3- **Outros processos**, que incluem permuta de iões, arrefecimento e processos híbridos.

Em dessalinização de água do mar apenas se utilizam os processos térmicos e a osmose inversa (OI). A OI é também aplicada à dessalinização de águas salobras.

Os processos térmicos comercialmente competitivos consistem essencialmente em promover a evaporação da água salgada seguida de condensação do vapor criado (Destilação). Usualmente as unidades deste tipo, excepto as de VC, são de grandes dimensões e encontram-se associadas a centrais de produção de energia eléctrica, aproveitando o vapor gerado nesta unidade para aquecer e promover a evaporação da água salgada.

Na osmose inversa (OI), a água salgada é sujeita a uma pressão elevada sendo obrigada a permear através de uma membrana de elevada selectividade. Os sais retidos pela membrana são rejeitados sobre a forma de uma solução de elevada concentração (40 a 70 % do caudal de alimentação).

Em traços gerais pode-se ainda considerar que as Centrais MSF ou MEE são regra geral preferidas em unidades de grande dimensão com o objectivo duplo de

dessalinizar água e produzir energia eléctrica. Em unidades de pequena e média dimensão e quando a produção de energia não constitui um objectivo a OI torna-se a opção mais usual.

Apesar da solução técnica ser acessível, os custos da implementação e exploração de Centrais dessalinizadoras são ainda considerados algo elevados face aos tratamentos de água convencionais. Uma unidade dessalinizadora de 90.000 m³/dia, que seria o suficiente para uma população na ordem dos 400.000 habitantes, custaria entre 69 a 95 milhões de Euros, consoante a tecnologia utilizada (Leitner, 1999).

Um dos pontos fundamentais da tecnologia da dessalinização passa sem dúvida pelo seu custo.. Para além dos avultados investimentos iniciais, também os custos de exploração são regra geral bastante elevados. A elevada agressividade da água salgada obriga a uma amortização do investimento num espaço de tempo relativamente reduzido quando comparado com uma comum estação de tratamento de águas superficiais ou subterrâneas.

Os custos de produção de água doce por dessalinização são influenciados por diversos factores, nomeadamente: custos de operação, tratamento químico, custos de energia e manutenção (Wiltholz *et al*, 2007).

Nos últimos anos, o número de instalações de dessalinização por osmose inversa, tem aumentado significativamente, o que tem contribuído para uma diminuição nos custos de investimento e operação destas instalações, nomeadamente devido à competitividade que se tem criado neste negócio. O custo da água dessalinizada em 1998 era cerca de \$2,0 / m³, passando a \$0,5/ m³ (Wilf and Bartels, 2004).

É essencialmente em países do Médio Oriente, tais como a Arábia Saudita, Bahrein, Kuwait, Emiratos Árabes Unidos, Israel, etc., que se encontram as maiores unidades de dessalinização do Mundo. Na maior parte destes países, o preço da água não reflecte minimamente o seu custo real, uma vez que esta é fortemente subsidiada pelos governos (Gobaisi, 2000).

A maior fatia dos custos de exploração deriva do gasto energético do sistema de dessalinização utilizado. Assim, o custo do metro cúbico de água dessalinizada

encontra-se fortemente dependente do tarifário da energia vigente no país onde a unidade se encontra instalada.

Mais de 30% dos custos de exploração de uma unidade de dessalinização por osmose inversa, assentam em custos de energia (Hafez and El-Manharawy, 2002).

O custo do metro cúbico da água dessalinizada varia ainda com a dimensão da Central Dessalinizadora. Quanto maior é a capacidade instalada menor o custo. Existem fundamentalmente dois factores que contribuem para esta realidade: em primeiro lugar, o custo específico do equipamento é menor para as unidades de maior dimensão, ou seja, quanto maior é a quantidade de equipamento instalado, sejam estes, módulos de membranas, aço inoxidável, grupos electrobomba, caldeiras, etc., maiores são os descontos obtidos junto dos fabricantes. Em segundo lugar, uma Central de pequena capacidade exige praticamente os mesmos recursos humanos que uma Central de grande capacidade. No caso da OI, temos ainda o facto de os grupos electrobomba e as turbinas de recuperação de energia apresentarem melhores rendimentos para equipamentos de grande dimensão.

A diminuição do consumo energético, assume assim, especial importância se tivermos em consideração quer o impacto ambiental provocado pelas emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis necessária à produção de energia, quer os custos cada vez mais elevados dos combustíveis. Se tomarmos como exemplo a Ilha de Porto Santo, 50% da energia produzida pela sua central Termoeléctrica é absorvida pela Central dessalinizadora.

Por cada m³ de água produzida por osmose inversa, usando combustíveis fósseis, são produzidos cerca de 3 kg de CO₂. (Fiorenza *et al.*, 2003).

Interessa por isso, e cada vez mais, optar por soluções de dessalinização com recurso a fontes renováveis, como por exemplo as energias solar e eólica., já existindo no mercado soluções com recurso a painéis fotovoltaicos e a moinhos de vento.

A ENERCON, um dos principais fabricantes em todo o mundo de turbinas eólicas para produção de energia eléctrica, dedica-se desde meados dos anos noventa ao desenvolvimento de soluções de dessalinização integrando a energia eólica como fonte de energia para a produção de água doce. Nestas instalações, a electricidade produzida pelos moinhos ou turbinas eólicas é armazenada e posteriormente utilizada

para impulsionar a bomba de alta pressão para o processo de osmose inversa. Esta solução torna-se dispendiosa devido às perdas de energia e à necessidade de armazenamento da mesma.

Em alternativa, Em Delft, na Holanda, foi desenvolvido um protótipo para produção de água doce por osmose inversa, com recurso a um moinho de vento, “*Drinking with the wind*” é o nome do projecto (Olthof *et al*, 2008). Neste protótipo, há uma ligação directa entre o moinho e a bomba de alta pressão, não chegando a haver por isso produção de energia eléctrica. Neste caso, a energia eólica é automaticamente transformada em energia mecânica, necessária ao funcionamento da bomba.

Também a energia das ondas já tem vindo a ser estudada como uma possível solução atractiva na obtenção de energia para o processo de dessalinização. No entanto, ainda existe pouca pesquisa feita sobre esta matéria. (Folley and Whittaker, 2008)

Os preços dos sistemas de dessalinização com recurso a energia solar diminuiu consideravelmente de 1990 até 2006 (Hoffmann, 2006) e espera-se que desça ainda mais ao longo dos próximos anos. Uma tendência oposta pode ser esperada para o custo da electricidade gerada a partir de combustíveis fósseis (Abou Rayan *et al.*, 2003). Isto é devido ao previsto aumento dos preços dos combustíveis fósseis, bem como a plausível introdução de sanções fiscais nas instalações que emitem dióxido de carbono (Sanden e Azar, 2005).

Lidar eficazmente com a escassez de água doce e com fontes de energia não poluentes podem ser considerados como os dois maiores desafios que o mundo enfrenta actualmente. A pouca disponibilidade de água doce estima-se que seja responsável por 80% das doenças e 30% de todas as mortes no mundo em desenvolvimento (Folley and Whittaker, 2008).

A dessalinização da água do mar apresenta-se assim como uma solução para a redução destes problemas mundiais, porém, cada vez mais se deverá optar por fontes de energia renováveis. O aproveitamento das fontes renováveis de energia, que estão sobejamente disponíveis na natureza proporciona uma oportunidade para produzir energia de forma ecológica (Setiawan *et al.*, 2008)

RECOLHA DE DADOS

OCUPAÇÃO HUMANA

A Ilha da Berlenga caracteriza-se por uma grande variação sazonal a nível de ocupação humana. Durante o Inverno, apenas permanecem na ilha alguns pescadores, dois faroleiros e um ou dois vigilantes da Natureza da Reserva Natural da Berlenga. Entre Março e Dezembro habitam na ilha dois funcionários do Município que se encarregam de manter as infra-estruturas sob gestão do Município. No Verão, a partir de Maio, começam a chegar os residentes temporários e é sobretudo durante a época estival, nos meses de Julho e Agosto, que a ilha da Berlenga é alvo de forte afluxo de visitantes.

Esta procura diminui em Setembro, sobretudo a partir do meio do mês, deixando de haver transporte regular assegurado e de seguida encerram as infra-estruturas locais de apoio aos visitantes.

Estima-se que a ilha tenha sido visitada por cerca de 25.000 pessoas no ano de 1998, por cerca de 30.000 no ano 2000, e por cerca de 40.000 nos anos de 2003 e 2004. Regista-se assim uma tendência crescente na procura da Berlenga como local privilegiado de lazer e de recreio, no contacto com a natureza. Esta tendência, pode também ser constatada pelo crescimento da oferta de serviços directamente ligados à exploração da área marítima na península de Peniche, nomeadamente pela forte dinâmica dos Operadores Marítimo-Turísticos.

Verifica-se que, presentemente, a ilha exerce atractividade crescente para as actividades de lazer, recreio, pesca lúdica e diversas práticas subaquáticas. Estas actividades estão fortemente condicionadas na parte emersa da Reserva Natural, pela sua reduzida dimensão e pela defesa dos valores presentes na Ilha da Berlenga.

A recuperação do Forte de S. João Baptista e a sua utilização por uma unidade turística, uma eventual utilização dos edifícios do Farol, a remodelação do Apoio de Campismo, e o reordenamento das actividades humanas na Ilha da Berlenga, permitem continuar a requalificação da ilha, no sentido de sustentar uma actividade de turismo da natureza em expansão. Turismo esse que, só será sustentável, se for mantida uma elevada qualidade dos recursos naturais.

CAPACIDADE DE CARGA

Entende-se por capacidade de carga da Ilha, o número de utilizadores simultâneos que podem utilizar e usufruir dos seus recursos naturais, paisagísticos, balneares, pesqueiros, turísticos, ou outros, sem pôr em risco os seus valores patrimoniais e culturais.

Apesar da reduzida acessibilidade, e das condições adversas para atracar e desembarcar na ilha, e em particular devido, por um lado, à elevada vulnerabilidade da vegetação ao pisoteio, por outro, aos *habitats* de nidificação de algumas espécies de aves, que estiveram na origem do estabelecimento das reservas integrais e parciais na zona emersa da Ilha, foi necessário equacionar medidas que permitissem gerir o fluxo de utilizadores/visitantes da Ilha da Berlenga. Ou seja, a sua reduzida dimensão e os valores que contem, não suportam fluxos de visitantes indiscriminados. As dificuldades de acesso, limitam naturalmente esses fluxos, mas a carreira de transporte instituída e a crescente procura para a visita à Berlenga, obrigam a ter calculada a capacidade de carga. Foi portanto necessário, aferir a capacidade de carga da ilha, face a estes objectivos de conservação, e encontrar um ponto de harmonia entre homem e Natureza.

Foi assim iniciado um novo caminho pela gestão da RNB no sentido de estabelecer as regras dessa nova harmonia pretendida.

Nesse sentido em 1987 foi elaborado o Estudo de Capacidade de Carga da Reserva Natural das Berlengas. De referir que os estudos de capacidade de carga não são abundantes em Portugal e este estudo foi pioneiro, nesta temática, no ICN.

Deste estudo resultou a publicação da Portaria Nº 270/90, de 10 de Abril, que regula a capacidade de carga máxima na ilha.

Ficou regulada a carga humana da RNB no máximo de 350 pessoas, das quais se excluem todos os indivíduos que possuam residência habitual naquela área, e os que ali exerçam legalmente a pesca.

No entanto, dadas as alterações entretanto decorridas, nomeadamente quer a nível da área de abrangência da Reserva Natural, quer a nível das actividades que entretanto se vieram a iniciar na ilha (actividades subaquáticas, por exemplo), torna-se necessário reavaliar a capacidade de carga estabelecida, estando prevista para breve a publicação de uma portaria com esta regulamentação.

INFRA-ESTRUTURAS

No arranque do projecto foi necessário efectuar algumas visitas à Ilha de modo a caracterizar o melhor possível a situação existente no que se refere ao abastecimento de água e saneamento, visto ser este o objectivo principal deste trabalho.

Importa realçar que a caracterização da situação existente se restringiu às infra-estruturas que irão ser alvo de reabilitação no âmbito do projecto e que estão assinaladas na figura seguinte.



Fig. 5 – Bairro dos pescadores

- | | |
|--|--|
| 1 – Bairro dos pescadores ou Bairro Comandante Andrade e Silva | 9 – Estação elevatória de Águas Residuais |
| 2 – Restaurante | 10 – Triturador de resíduos orgânicos |
| 3 – Mini-mercado Castelinho | 11 – Cubas água salgada do Restaurante |
| 4 – Cisterna 1 (75 m ³) | 12 – Cubas de água doce do Restaurante |
| 5 – Cisterna 2 (200 m ³) | 13 – Quartos p/ alugar sob gestão do Restaurante |
| 6 – Cubas de água salgada da Câmara Municipal Peniche (CMP) | 14 – Casa família Andrade e Silva |
| 7 – Cubas de água doce da CMP | 15 – Casas da CMP |
| 8 – Edifício de apoio da CMP | 16 – WC's e balneários públicos |

Abastecimento de água salgada

Captação e armazenamento

A maior parte da água que é abastecida na ilha é salgada, captada directamente do mar. Esta água é distribuída por uma rede em PEAD e na maioria dos casos instalada à vista. A água salgada é captada através de 2 tubagens flexíveis instaladas junto ao Cais, onde estão também instalados os grupos electrobomba que fazem a elevação até às cubas de armazenamento (volume total de 21 m³). Como não há caudalímetros instalados, nem características da bomba, a estimativa de consumo que se efectuou fez-se com base nos tempos médios de funcionamento destes grupos, que são controlados manualmente pelo operador do Município.

Os tempos de funcionamento médio são os seguintes:

- entre Junho e 15 de Julho - cerca de 3 h (2 a 3 x por semana)
- a partir de 15 de Julho e até ao início de Setembro - cerca de 1 a 2h, 3 x por dia (todos os dias)
- em Setembro - cerca de 3 h (2 a 3 x por semana)



Fig. 6 – Grupo electrobomba de captação de água salgada

Considerando a situação mais desfavorável, podemos assumir que no Verão a bomba funciona 6 horas por dia. Significa por isso que por cada 8h (média), a bomba tem que funcionar 2 horas para que não tenhamos nenhuma falha no abastecimento de água salgada. Partindo do princípio que o operador não deixa esvaziar completamente as

cubas e se considerarmos que o volume residual é de $1/4$, significaria que de cada vez encheria $(3/4) \times 21 \text{ m}^3$, ou seja, $15,8 \text{ m}^3$. Nestas condições o consumo diário seria de cerca de $47,4 \text{ m}^3$.

A bombagem de água salgada é feita para 20 cubas, com as afectações seguintes:

Restaurante – 3 cubas (2 de 1 m^3 e 1 de 4 m^3) – 6 m^3

Casas particulares – 4 cubas de 750 l – 3 m^3

Amanhadores de peixe - 4 cubas de 750 l – 3 m^3

Casas de banho – 5 cubas de 1 m^3 – 5 m^3

Casa da Reserva Natural da Berlenga (RNB) – 4 cubas de 1 m^3 – 4 m^3

As cubas são construídas em polietileno e estão habitualmente recobertas com uma rede plástica procurando assim diminuir a exposição directa aos raios solares que provocam o crescimento anormal de algas, chegando mesmo a verificar-se a colmatação das tubagens.

A distribuição pelas diferentes cubas é feita manualmente pelo operador do Município.



Fig. 7 – Cisternas de água salgada

Distribuição

A rede de distribuição é em PEAD com válvulas manuais em PVC, e na maioria dos casos instalada à vista.



Fig. 8 – Tubagens e válvulas para distribuição de água salgada

Os pontos de utilização de água salgada, são os seguintes:

- Amanhadores de peixe
- Lava-loiça público
- Casas de banho públicas e privadas
- Restaurante
- Mini-mercado Castelinho
- Ponto de água junto às casas de banho públicas
- Ponto de água junto à EE de águas residuais

Abastecimento de Água doce

A ilha não possui recursos próprios provenientes de aquíferos e devido à sua morfologia também não reúne características que permitam a existência de linhas de água permanentes.

Há alguns anos atrás uma parte da água doce que era distribuída na ilha era produzida por dessalinização. Nessa altura, os grupos electrobomba que servem hoje para captar a água salgada para distribuição, serviam para fazer a elevação da água salgada até 4 cisternas de 1 m³ em fibrocimento, a partir das quais a água salgada era aspirada para ser dessalinizada. Neste momento essas cisternas de fibrocimento servem apenas de recurso à casa do ICNB, quando se verifica alguma falta pontual de água salgada.



Fig. 9 – Antiga dessalinizadora

Esta antiga dessalinizadora, neste momento armazenada num edifício de apoio, apresenta um estado de degradação elevado e o próprio fabricante já não existe, pelo que, não será de pensar na sua recuperação.



Fig. 10 – Cisternas de aspiração da antiga dessalinizadora

Actualmente, o abastecimento de água doce à ilha é feito através de um contentor com 8 m³ de capacidade unitária transportado pelo navio Cabo Avelar Pessoa que habitualmente faz a deslocação de passageiros entre Peniche e a Berlenga.

O custo de cada transporte é de 135 € e a água é levada até ao navio pelos bombeiros que cobram 84 €/por transporte. Sem contar com o custo da própria água, o valor por m³ é da ordem de 29,72 €, que só por si representa um custo extremamente elevado.

A água é elevada com recurso a uma bomba existente no próprio navio para uma cisterna de 75 m³ (cisterna 1) enterrada, (Fig.5), situada junto ao mini-mercado Castelinho, ou para a cisterna do Restaurante com 200 m³ de capacidade. A tubagem de ligação do Navio à cisterna 1 encontra-se à vista (Fig.12).



Fig.11 – Cisterna de água doce



Fig. 12 - Tubagem de ligação à cisterna

A cisterna de 75 m³, serve de reservatório para abastecimento ao bairro dos pescadores, algumas casas particulares e campistas.

A cisterna do restaurante apenas serve essa infra-estrutura.

Durante o Inverno, e na ausência de transportes por barco, a cisterna de 75 m³, é abastecida com águas pluviais que são recolhidas em 4 algeroz que existem junto aos telhados das casas dos pescadores. Nos meses de Verão esta alimentação é interrompida.

Da cisterna de 75 m³ a água é elevada por um grupo electrobomba de eixo horizontal, situado junto ao reservatório da marca DAB (Fig.3), Modelo JET 100 com capacidade para 0,4 a 3,3 m³/h respectivamente a 46 -24 m.c.a, potência de 1,07 kW para 4 cisternas de 1 m³, interligadas entre si, construídas em fibrocimento, da Lusalite, e que abastecem o bairro (Fig.14).



Fig.13 - Grupo electrobomba de bombagem do reservatório de 75 m³ para as cisternas



Fig. 14 Cisternas de água doce

O grupo electrobomba de eixo horizontal é comandado manualmente pelo operador do município que o vem fechar quando as cisternas estão quase cheias. O grupo electrobomba denuncia um estado de degradação acentuado embora não se tenham verificado avarias. Por sua vez o comando manual obriga a deslocações do operador que hoje são facilmente evitáveis e com custos reduzidos.

É também possível, através desta bomba, e com tubagem própria, abastecer as seguintes 6 casas que possuem cisternas independentes:

- Casa do Sr. Jorge Silva
- Casa do Sr. José Bento
- Casa dos "três"
- Casa da Família Andrade e Silva
- Casa do Sr. Arquitecto Brala Reis
- Casa da RNB

Normalmente os únicos utilizadores desta água são a RNB e a Família Andrade e Silva. Os restantes normalmente captam água da chuva.

Entre 8 de Junho e 3 de Setembro de 2007 foram transportados para a ilha os seguintes contentores de água:

8 para a Câmara Municipal de Peniche

1 para a família Andrade e Silva

3 para a Reserva Natural

13 para o Restaurante

Como cada contentor tem uma capacidade de 8 m^3 , o volume total transportado por utilizador, foi o seguinte:

Câmara Municipal de Peniche – 64 m^3

Família Andrade e Silva – 8 m^3

Reserva Natural da Berlenga – 24 m^3

Restaurante – 104 m^3

Perfazendo um total de 240 m^3 .

Na época balnear de 2008 (entre 29 de Junho e 2 de Setembro), os transportes registados foram os seguintes:

6 para a Câmara Municipal de Peniche

6 para o Restaurante

3 para a Reserva Natural

Considerando que a cisterna dos 75 m^3 já tinha 60 m^3 armazenados antes da época balnear e que a cisterna do restaurante já tinha 100 m^3 , o volume de consumo a considerar por cada utilizador, é:

Câmara Municipal de Peniche – 108 m^3

Restaurante – 148 m^3

Reserva Natural da Berlenga – 24 m^3

Perfazendo um total de 280 m^3 .

Há que ter em consideração que este não corresponde ao volume total de água doce consumida na ilha, uma vez que além da utilização desta água proveniente do Continente, é consumida água doce proveniente da recolha de água da chuva por alguns particulares.

Analisando apenas a quantidade de água doce consumida, que vem por barco, é possível verificar que o consumo médio em época alta (meses de Julho e Agosto) é de cerca de 3 m³/dia em 2007 e cerca de 2 m³ em 2008.

Distribuição de água doce

A rede de água doce construída em PVC e em certos troços implantada à vista abastece 3 pontos de água colectivos situados nas três plataformas onde estão implantadas as habitações do Bairro. São estes três pontos colectivos que fornecem água doce a todo o Bairro. As válvulas estão desprovidas de manípulo apenas sendo abertas diariamente entre as 9h00m e as 11h00m da manhã, pelo encarregado do município que assim controla os consumos.

A água doce é consumida na lavagem de loiça, na lavagem final da roupa e higiene diária.



Fig.15 – Pontos de distribuição de água doce

Junto à cisterna de 75 m³, há um ponto de água doce para os utentes do parque de campismo e que estão autorizados a retirar 10l de água por dia. Todo este controlo é feito pelo operador do município.

Águas residuais

Rede de drenagem

A rede existente construída em PVC, tem os seguintes pontos de recolha de águas residuais:

No Bairro dos Pescadores há uma rede que recolhe as águas residuais das casas de banho das casas da CMP (Encarregado, Obras, CAT e Limpeza), com um Diâmetro interno de 4”, da RNB, da Família Andrade e Silva, do WC e Balneário público, do Amanhador de Peixe, do Lava-loiça público e do Mini-mercado

A outra rede que aflui à EE de águas residuais provém do restaurante, recolhendo as águas residuais provenientes do amanhãador de peixe do restaurante, as águas residuais da cozinha, águas residuais das casas de banho do restaurante e quartos. Estas águas residuais reúnem-se numa caixa (junto ao 1º quarto) e daqui são encaminhadas para a EE, através de tubagem que atravessa a encosta do lado direito da rampa – sentido descendente.

Junto aos WC públicos existe um triturador de resíduos orgânicos igualmente operado pelo encarregado do Município, de utilização geral. Os resíduos triturados entram no colector de águas residuais.



Fig. 16 – Triturador

Este triturador, no âmbito deste projecto, passará a funcionar apenas em situação de recurso, uma vez que será instalado um compactador de RSU's. Alguns restos de comida, passarão a ser compactados, sendo posteriormente transportados para Peniche por navio. Desta forma este tipo de resíduos orgânicos será independente da recolha de águas residuais, diminuindo a carga orgânica afluyente à EE de águas residuais.

Todas as águas residuais confluem num poço donde se faz a elevação para uma caixa existente numa zona alta da ilha (por trás do Bairro dos Pescadores), e por isso afastada da zona de circulação de pessoas. Desta caixa, as águas residuais escoam graviticamente, através de tubagem de PVC com diâmetro exterior de 63 mm, até ao Mar, sem qualquer tratamento.

A estação elevatória tem um volume de $7,7 \text{ m}^3$ ($1,40\text{m(h)} \times 2,5\text{m (c)} \times 2,2\text{m (l)}$), e a elevação é feita através de 2 grupos electrobomba submersíveis (1+1), marca ABS, modelo Piranha 55/2D, comandados por sondas de nível e com as seguintes características:

caudal = $3,81 \text{ l/s}$

altura manométrica = $28,8 \text{ m}$

potência de $5,5 \text{ kW}$.

O arranque dos grupos electrobomba é feito em estrela-triângulo. Apesar de estarem instaladas 3 bóias de nível (mínimo, médio e máximo), pelo facto de os grupos electrobomba funcionarem como reserva um do outro, o nível máximo serve apenas como indicação de situação de nível alto.

O poço de bombagem tem uma descarga de fundo que através de uma válvula manual que está colocada numa caixa, numa cota mais abaixo relativamente à caixa das tubagens de compressão, é possível esvaziar a EE, directamente para o mar.



Fig.17 – Poço de bombagem (vista geral)



Fig. 18 – Câmara de válvulas

Este poço tem 2 caixas a montante. Uma das caixas tem 1 tubagem de chegada de 160mm, e duas de saída (uma directamente para o mar – by-pass - e outra para a 2ª caixa). A 2ª caixa tem a chegada da caixa anterior (160 mm), outra chegada de águas residuais (160mm) e a ligação à EE (200mm).

Pelas características descritas, não existe de forma automática, possibilidade de desvio do caudal afluente em situação de avaria dos grupos electrobomba

No Inverno, e dada a baixa produção de águas residuais na ilha, pela baixa população residente, as bombas são retiradas para manutenção, e é feito um by-pass à EE. Nesta situação o efluente é descarregado no Mar, na zona inicial do Carreiro do Mosteiro.

A descarga em situação normal, ou seja, em época alta é feita na zona do pesqueiro do Capitão (assinalado na figura 20).

Na figura 15 está identificado o ponto de descarga de by-pass.



Fig. 20 – Descarga de águas residuais



Fig. 19 – Ponto de descarga de by-pass

RESULTADOS

DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA BALNEAR

No Plano de Actividades da Associação “Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade” foi considerada a elaboração de um estudo sobre a contaminação fecal originada na Ilha, que tem como objectivo identificar e quantificar as fontes de contaminação fecal que possam estar na origem das amostras de má qualidade microbiológica. Os trabalhos compreenderão a realização de um conjunto de amostragens, que será complementado com um modelo matemático.

Neste momento, os dados disponíveis para análise são os que se apresentam seguidamente.



Fig. 21 – Vista aérea com localização dos pontos de recolha de amostras

1-Praia; 2- Cais; 3 – Ponto de descarga de águas residuais no Inverno; 4 – Ponto de descarga de águas residuais no Verão

Dados de monitorização no âmbito do Programa de verificação da aptidão da água para uso balnear

Tabela 2 – Dados de monitorização recolhidos pelo INAG

Data e hora da recolha	Praia da Berlenga				
	Coliformes Fecais (MPN/100ml)	Coliformes Totais (MPN/100ml)	Enterococos Intestinais (/100 ml) (MPN/100ml)	Escherichia coli (UFC /100 ml) (UFC/100ml)	Estreptococos Fecais (MPN/100ml)
15-05-2007 11:00	55	98	-	-	36
29-05-2007 10:50	1550	1800	-	-	830
12-06-2007 11:00	1360	1600	-	-	850
26-06-2007 11:15	390	390	-	-	280
10-07-2007 10:40	350	370	-	-	110
24-07-2007 15:50	32	64	-	-	69
07-08-2007 11:10	19	22	-	-	22
21-08-2007 11:15	30	46	-	-	29
04-09-2007 11:05	118	118	-	-	60
18-09-2007 10:45	150	150	-	-	95
19-05-2008 15:10	-	72000	43000	70000	-
27-05-2008 11:00	-	2000	800	2000	-
03-06-2008 14:35	-	14000	5900	10100	-
11-06-2008 13:50	-	980	430	980	-
17-06-2008 14:15	-	230	100	230	-
24-06-2008 15:10	-	100	53	100	-
01-07-2008 15:00	-	3100	73	3000	-
08-07-2008 16:10	-	50	28	29	-
15-07-2008 15:35	-	1600	150	1400	-
22-07-2008 13:25	-	140	100	80	-
29-07-2008 11:20	-	96	11	96	-
05-08-2008 12:15	-	56	48	40	-
12-08-2008 13:15	-	590	80	460	-
19-08-2008 11:40	-	440	110	160	-
26-08-2008 13:45	-	700	19	470	-
02-09-2008 13:00	-	240	29	70	-
09-09-2008 13:00	-	90	24	24	-
16-09-2008 15:35	-	470	39	290	-
23-09-2008 10:30	-	1100	250	1100	-

Dados extra da CCDR e da CMP - Época Balnear 2008

1. Dados CCDR

Tabela 3 – Dados recolhidos pela CCDR-LVT na época balnear de 2008

Data	Local	Parâmetro			
		Coliformes totais /100 ml	<i>E.coli</i> /100 ml	Enterococos/100 ml	Samonela
22-Jul	Ponto descarga antigo	18	2	3	-
	Cais	16	10	6	-
19-Ago	Ponto descarga antigo	53	21	10	-
	Cais	290	110	65	(+)
	Praia	-	-	-	(+)
02-Set	Cais	-	-	-	(-)
	Praia	-	-	-	(-)
09-Set	Cais	-	-	-	(-)
	Praia	-	-	-	(+)

(+) Presença

(-) Ausência

2. Dados CMP

2.1 Dados de Qualidade da Água

Tabela 4 – Dados recolhidos pela CMP na época balnear de 2008

Data	Local	Parâmetro		
		Coliformes totais /100 ml	<i>E.coli</i> /100 ml	Enterococos/100 ml
11-Jun	Praia	3800	1800	410
	Ponto descarga antigo	12	4	2
	Cais	18	14	9

2.2 Relatório elaborado pela Universidade de Aveiro para identificação de fonte de contaminação fecal

Análises á água da Ilha da Berlenga para identificação de fonte de contaminação fecal

Análise pedida por:	Câmara Municipal de Peniche Nota de encomenda Nº 3042 - 2008
Amostras:	Foram recolhidas e analisadas 3 tipos de amostras: água do mar (A), efluente de águas residuais (E) e dejectos de gaivotas (G). A colheita das amostras foi efectuada no dia 22/07/2008 sendo as mesmas armazenadas no frio (4 °C) e processadas imediatamente após a chegada ao laboratório.
Métodos:	A partir de cada tipo de amostra foram obtidas culturas puras de <i>E. coli</i> num total de 27 isolados por cada amostra. O isolamento foi efectuado em meio diferencial e selectivo (Chromocult Coliform Agar). As culturas de <i>E. coli</i> foram sujeitas a tipagem genética utilizando a técnica de REP-PCR. Esta técnica permite a obtenção de um padrão de bandas para cada estirpe. Os perfis de tipagem obtidos foram analisados utilizando para o efeito o software GelcomparII. Esta comparação, permite analisar as semelhanças e diferenças entre estirpes de <i>E. coli</i> provenientes de diferentes origens.
Resultados:	Os resultados obtidos apresentam-se nas figuras abaixo. A figura 1 mostra os padrões de bandas de diversos isolados de <i>E. coli</i> de cada uma das origens. A figura 2 mostra de que forma agrupam os perfis de bandas dos diferentes isolados. As letras A, E e G, designam bactérias isoladas de água do mar (A), efluente de águas residuais (E) e dejectos de gaivotas (G). A figura 2 mostra o agrupamento preferencial das bactérias provenientes de efluentes (zona assinalada a vermelho) formando um agrupamento coeso; pelo contrário, os perfis de bandas correspondentes a isolados de gaivotas e águas do mar mostram-se interpolados entre si.
Conclusões:	<p>Os resultados obtidos sugerem que os dejectos de gaivotas são a principal fonte de contaminação da água do mar por <i>E. coli</i>.</p> <p>De acordo com a informação publicada no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, relativamente à qualidade da água das praias no dia de recolha das amostras (22/07/2008) os níveis de <i>E. coli</i> na água eram relativamente baixos quando comparados com contagens anteriores. Sendo assim, a análise por nós efectuada não permite indicar qual a fonte de contaminação responsável pelas contagens de <i>E. coli</i> extremamente elevadas que se verificaram em análises anteriores.</p>

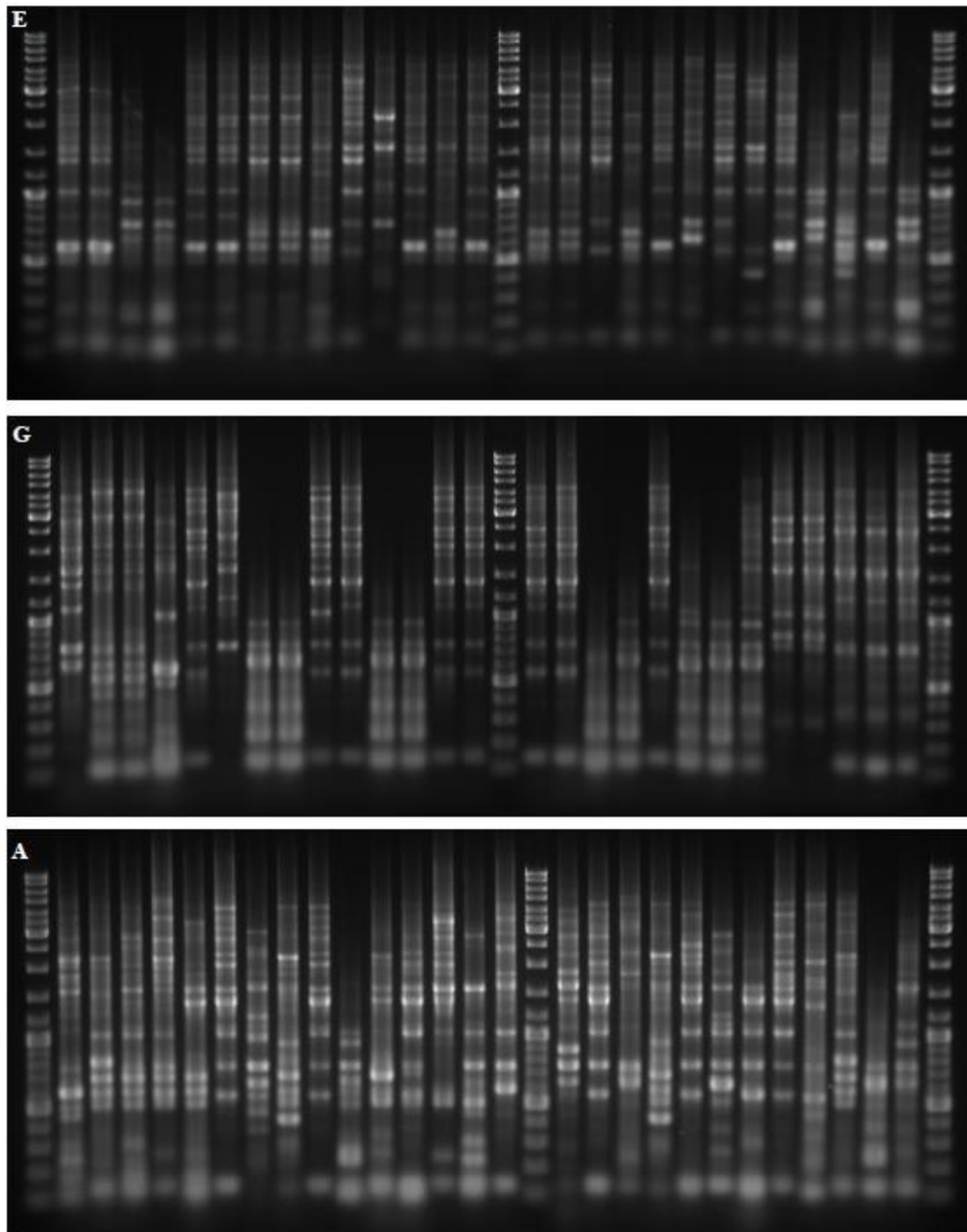


Fig.1 - Perfis de tipagem obtidos para as culturas isoladas de efluente (E), dejectos de gaivotas (G) e água do mar (A):

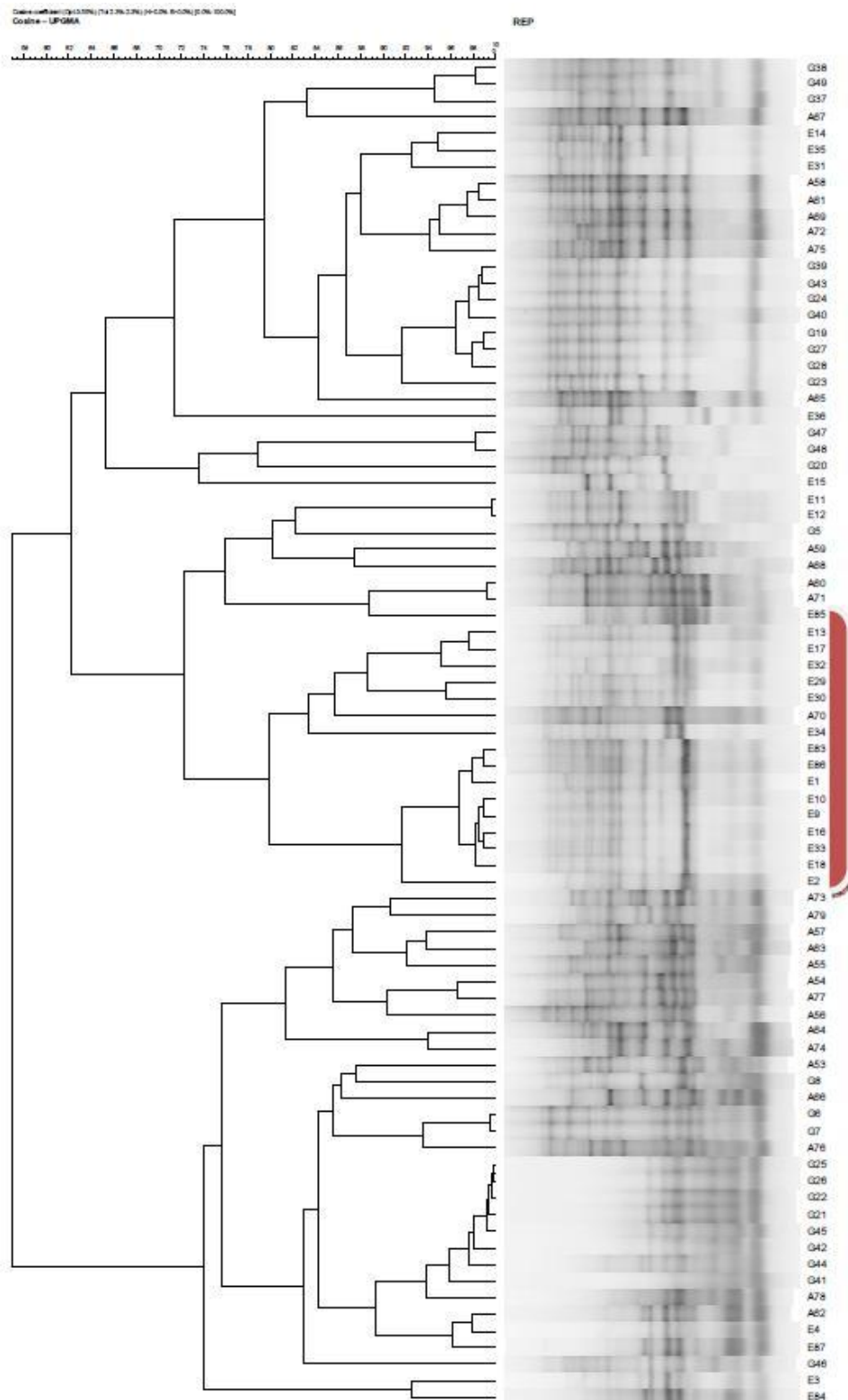
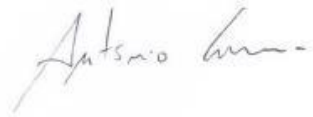


Fig. 2 – Análise de similaridade de perfis utilizando o coeficiente de similaridade de Cosine: água do mar (A), efluente de águas residuais (E) e dejectos de gaivotas (G).

22 de Setembro de 2008

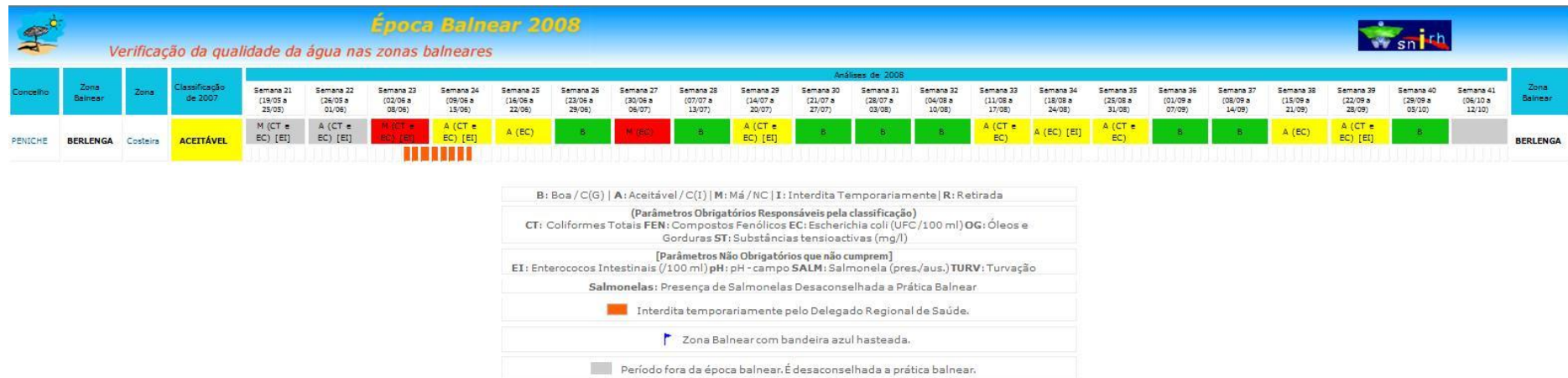


(Prof. Dr. António Correia)



Departamento de Biologia
Universidade de Aveiro
3810-193 Aveiro
Telef: 234370970; Fax: 234426408

Dados da qualidade da água balnear na Berlenga – 2008 (Fonte- INAG)



DISCUSSÃO

ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOCE

No que respeita à vertente de Abastecimento de água, e tal como já foi referido, é objectivo deste projecto vir a existir produção de água potável na Ilha.

Se por água potável entendermos água com qualidade para consumo humano, são muitas as implicações a considerar, quer a nível de custos de operação quer de manutenção. A produção de água para consumo humano requer um controlo muito apertado de qualidade, de acordo com a legislação em vigor, neste caso, o DL 306/2007 de 27 Agosto.

Dado o investimento necessário a efectuar para produção de água para consumo humano e dada a especificidade da Ilha parece ser uma solução mais equilibrada e sensata haver antes apenas produção de água doce sem que tenha características de qualidade tão rígidas como água para consumo humano.

Dadas as condições de insularidade da Ilha, a solução de produção de água doce a adoptar, faz todo o sentido que seja através do processo de dessalinização. Importa no entanto definir os objectivos de quantidade e qualidade da água a fornecer, de acordo com os usos pretendidos. Se se pretender apenas distribuir água para lavagens após a dessalinização não será necessário efectuar remineralização. Se o objectivo for fornecer água que possa ser ingerida, terá que se pensar num processo de remineralização.

No âmbito do Projecto, foram então analisadas duas possíveis soluções.

1. Produção de água doce por processo de osmose inversa, com recurso a energia eléctrica, tendo sido consultadas as seguintes empresas:

- MEUMAR
- HP WATERMAKERS
- ENKROTT
- ULTRAPUR

A optar-se pela primeira solução, os custos de investimento situam-se entre 50.000 € a 70.000 €, para uma produção de 1500 l/h.

2. Produção de água doce por processo de osmose inversa alimentado por sistema próprio de energia renovável (solar e eólica)

Para esta solução foram apresentadas duas propostas pela TRUNZ que inclusivamente se disponibiliza para instalação de uma dessalinizadora por um período de experiência de um ano.

- a. **TSS 100 Trunz Seawater System** (auto-suficiente energeticamente) – cujo caudal de produção de água doce é de 3500 l/dia



Fig. 22 – Dessalinizadora TSS 100

- b. **2. TSB 001 Trunz Seawater Box 001** (sem auto-suficiência energética) – cujo caudal de produção de água doce é de aproximadamente 3800 l/dia



Fig. 22 – Dessalinizadora TSB 001

Apesar da proposta b) não ser auto-suficiente energeticamente, pode vir a ser alimentada por fontes renováveis.

Dado o conceito de sustentabilidade ambiental que deverá estar sempre subjacente a este projecto, parece coerente a opção por uma solução com recurso a fontes renováveis, que apesar de mais cara, tem a vantagem de dispensar a utilização de combustíveis fósseis.

Tendo em conta os consumos de referência de água doce respeitantes aos anos de 2007 e 2008, e não sendo objectivo para já aumentar a disponibilidade de água doce em quantidade, o equipamento a instalar deverá estar dimensionado para uma produção de cerca de 5 m³ por dia (já contando com 1 m³ para lavagem do tamisador).

Assim, a solução poderá assentar no fornecimento de duas unidades TSS 100, ao que corresponde um caudal total de aproximadamente 5 m³ por dia (para um período de laboração de 16 horas em cada 24 horas).

No entanto, serão também analisadas as seguintes alternativas:

- apenas um dos equipamentos TSS 100 ser alimentado por sistema próprio energia renovável; o outro ligar à rede eléctrica da Ilha;
- equipamentos da TRUNZ (com ou sem energia renovável) capazes de debitar caudais superiores aos indicados para o TSS 100.

Aquando do processo de decisão da solução a adoptar importa analisar quer os custos de fornecimento, quer os custos de operação, quer a mais-valia ambiental.

Para a estimativa de custos de operação é aconselhável analisar-se a taxa de recuperação, que é a razão entre a quantidade de água dessalinizada (permeado) e a quantidade de água de alimentação à unidade. Isto porque, quanto maior é a taxa de recuperação, menor é o volume de água bombeado para uma determinada produção de permeado, o que implica um menor consumo de energia nos grupos electrobomba. Por outro lado, quanto menor é o volume de água bombeada menor é a dimensão dos equipamentos e o seu custo. Contudo, existem limites a partir dos quais a taxa de recuperação não pode ir além. Estes limites são impostos pela qualidade da água produzida, pelo potencial de precipitação dos sais presentes na água de alimentação, por limitações estruturais dos módulos de membranas (limite de

pressão) e pela eficiência hidrodinâmica dos módulos. A operação a elevadas taxas de recuperação tem ainda como consequência um aumento da concentração de sais e consequentemente da pressão osmótica no canal de alimentação.

A nível de alimentação de água salgada à dessalinizadora e a manter-se o abastecimento de água salgada em alguns pontos (que aliás faz todo o sentido), provavelmente terá que se pensar na aquisição de outra bomba apenas para alimentação à dessalinizadora.

Terão que se considerar igualmente cubas para armazenamento da água salgada que será a alimentação da dessalinizadora.

A dessalinizadora tem sentido que fique instalada junto ao edifício de apoio, uma vez que nesse local há espaço para uma eventual ampliação. Por outro lado, desta forma garante-se a alimentação gravítica à cisterna do castelinho.

A nível de armazenamento de água tratada, o que está pensado é utilizar-se a cisterna 1 (castelinho), para tentar reduzir ao máximo os custos com construção civil. No entanto, optando-se por esta solução será necessário efectuar algumas intervenções, nomeadamente:

- impermeabilização da cisterna
- desinfecção periódica da cisterna
- reabilitação das tubagens para distribuição (se vier a ser este o caso)

Para além disso, será necessário monitorizar regularmente a qualidade da água armazenada e distribuída (caso venha a ser distribuída para pontos afastados da cisterna)

No âmbito do Projecto, é muito importante salvaguardar a possibilidade de abastecer a cisterna do Castelinho com água doce transportada por via marítima, quer como situação de recurso quer como reforço, Qualquer que seja a situação, implicará sempre a reabilitação da tubagem de alimentação à cisterna, bem como melhoramento das condições de transporte da água, garantindo a manutenção da sua qualidade.

Antes da água ser distribuída e pelo facto de estar armazenada numa cisterna terá que se pensar numa solução de desinfecção, por cloro, ou por UV's. Como esta afinação tem que ser feita junto à cisterna e por constrangimentos de espaço, será mais adequada a desinfecção por radiação U.V.

Todas estas considerações não implicam, que numa fase posterior sejam introduzidas melhorias no processo de produção da água, atingindo níveis de qualidade superiores, alargando o uso passível de ser dado a esta água.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA SALGADA

O abastecimento de água salgada será de manter, nomeadamente em todos os autoclismos, e alguns pontos de água para lavagens diversas que não justifiquem a utilização de água doce, no entanto, poderá ser necessário melhorar as condições de armazenamento, nomeadamente tentando diminuir a exposição solar das cubas de armazenamento, colocando uma simples cobertura.

TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

No que respeita ao Tratamento de Águas Residuais, importa analisar os dados disponíveis de qualidade da água, apresentados no capítulo dos resultados..

De acordo com os dados disponibilizados pelo INAG (tabela 2), relativos à época balnear de 2008 é possível constatar que a presença de maior contaminação fecal na água do mar normalmente acontece fora do pico de presença humana na ilha (que normalmente é mais intensa em Julho e Agosto).(ICN, 2007)

Por outro lado, comparando os resultados que se registam no Cais e no ponto de descarga antigo (ou seja, de by-pass), apresentados na tabela 3, verifica-se que a concentração de contaminação microbiológica é mais baixa neste último.

Tudo parece demonstrar que a descarga de águas residuais não é a principal fonte de contaminação fecal da água.

Importa assim, analisar o relatório da Universidade de Aveiro (Correia, 2008), apresentado no capítulo de resultados que aponta para que a principal fonte de contaminação fecal é proveniente das fezes de gaivota.

Desde sempre que a presença de gaivotas nesta ilha foi muito significativo, tendo já havido inclusivamente campanhas para redução do número destas aves na Ilha, uma vez que a sua presença em grande escala altera o equilíbrio ecológico da Ilha.

A acrescentar a estes dados e consultando a tabela com os dados extra da CCDR (tabela 3), é possível verificar que se tem registado por vezes a presença de salmonela na água. De facto, também as gaivotas, através das suas fezes podem ser um agente de poluição difusa para este parâmetro.

Sobre este assunto há inclusivamente um estudo desenvolvido na Universidade de Santa Catarina no Brasil, cujo título é: “Diferenciação De Salmonellas Isoladas De Fezes De Gaivotas E De Ostras De Cultivo Por PCR-RFLP”,(Albarnaz *et al*, 2004), onde se conclui que as salmonelas estão presentes nas fezes das gaivotas e que essa presença originava a contaminação da água da água de cultivo das ostras e consequentemente, a contaminação das mesmas.

Assim, pode inferir-se que há contaminação por *S. Typhimurium* e que as gaivotas têm relação com a contaminação das ostras de cultivo por *Salmonella* spp (Albarnaz *et al*, 2004).

Associando os dados, não é de pôr de parte a hipótese que a principal causa de contaminação fecal seja proveniente das fezes de gaivota. A ser assim, poder-se-ia justificar a maior presença de contaminação fecal nas análises anteriores à época de maior presença humana na ilha, de duas formas:

- nas alturas de menor presença humana é natural que a presença de gaivotas seja superior
- maior probabilidade de ocorrência de escorrências das encostas que estão contaminadas com fezes de gaivota

Tal como foi referido anteriormente, faz parte do plano de objectivos da Associação a adjudicação de um estudo que visará identificar e quantificar as fontes de

contaminação fecal que originam amostras de má qualidade microbiológica, conjugando a realização de um conjunto de amostragens, que será complementado com um modelo matemático.

Antes do conhecimento do resultado desse estudo e pelo facto de haver muitos indícios da contribuição das gaivotas para a contaminação fecal na água balnear da ilha era precoce avançar-se para uma solução robusta de tratamento de águas residuais, até porque:

- Dada a elevada presença de água salgada nas águas residuais não seria possível implementar nenhum tipo de sistema de tratamento biológico, aliado também ao carácter sazonal de carga orgânica de origem humana presente na ilha
- As condições hidrodinâmicas da costa ocidental de Portugal, determinadas pelos ventos, marés, correntes e condições de dispersão, são das mais favoráveis das águas costeiras europeias no que se refere à diluição e dispersão das águas residuais.
- Sendo uma água costeira, o tratamento a efectuar terá apenas que garantir que as águas receptoras satisfaçam os objectivos de qualidade que se lhes aplicam

Nestas condições é muito possível que apenas com tratamento preliminar, a descarga de águas residuais de cerca de 500 e.p seja inócua para o meio receptor. Poderá ser apenas necessário alterar o ponto de descarga para uma zona de maior agitação marítima, ou eventualmente submergir mais o tubo de descarga.

Sobre esta questão temos um exemplo em território nacional que é a descarga das águas residuais da Costa do Estoril por emissário submarino (Emissário da Guia), de cerca de 798000 e.p. Para esta descarga foram estabelecidas exigências particulares de tratamento (Decisão da Comissão nº 2001/720/CE de 08/10/2000).

Em escalas diferentes, é possível que a Berlenga venha a ser também um caso específico, para o qual poderá haver condições particulares no que respeita a exigências de tratamento.

Tendo em consideração todos estes factores, no âmbito do Projecto optou-se por se avançar para já com a instalação de um tamisador/compactador vertical rotativo como

tratamento preliminar. O tamisador a instalar está dimensionado para um caudal afluente de 3 l/s e terá uma malha de 3 mm, que permitirá reduzir a quantidade de gradados em cerca de 40 a 60%. Esta redução de sólidos resulta numa redução de carga orgânica na ordem dos 15%.

Dadas as condições a que estará exposto este equipamento (proximidade do mar), os materiais a considerar terão especialmente resistentes à corrosão. A selecção dos materiais está ainda a ser elaborada, após visita do possível fornecedor à ilha, mas tudo aponta para que todos os componentes do tamisador sejam em AISI 316 L.

Para concretizar a instalação do tamisador/compactador, a EE terá que ser reabilitada e será construído um edifício por forma a proteger o equipamento e ao mesmo tempo, salvaguardar a emissão de odores provenientes da recolha de gradados do tamisador. Estes gradados passarão a ser transportados para Peniche, através de barco, e sendo equiparados a resíduos sólidos urbanos, entrarão neste circuito de recolha.

O funcionamento do tamisador passará a ser comandado por autómato assim como o funcionamento das bombas para elevação das águas residuais. É necessário considerar nos consumos de água doce cerca de 1 m³, para lavagens do tamisador.

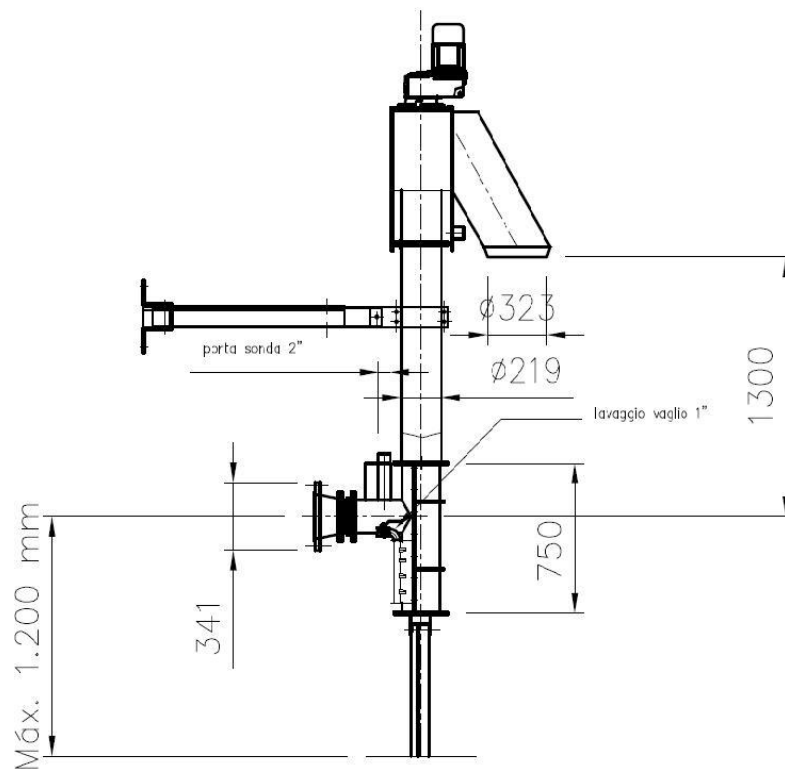


Fig. 23 – Desenho de um tamisador/ compactador vertical

Quanto à rede de saneamento, não está previsto intervir-se para já. Qualquer obra de reabilitação da rede não é simples dadas as características particulares do terreno (rocha). Será antes de tentar intervir a montante, nomeadamente tentando reduzir ao máximo a quantidade de sólidos descarregados na rede de drenagem, por forma a evitar entupimentos. Sobre este assunto, importa realçar que foi questionado o concessionário do restaurante sobre a ocorrência de entupimentos na rede, o qual indicou que após ter alterado o tamanho dos baldes do lixo nas casas de banho, conseguiu eliminar os entupimentos. Esta pode ser uma solução a implementar também nas casas de banho públicas.

PLANO DE ACTIVIDADES DA ASSOCIAÇÃO

PONTO DE SITUAÇÃO

No âmbito deste trabalho importa contextualizar o Sistema de Abastecimento de Água e Saneamento no panorama geral do projecto. Seguidamente é apresentado o Plano de actividades da Associação, mostrando as acções paralelas que têm vindo a ser desenvolvidas.

REALIZAÇÃO DE ESTUDO DE INCIDÊNCIAS AMBIENTAIS

A metodologia geral aplicada para o desenvolvimento do Estudo de Incidências Ambientais teve como objectivo atingir plenamente os requisitos expressos na legislação em vigor sobre a matéria, tendo sido entregue às autoridades competentes para avaliação.

A sensibilidade ecológica do local além dos demais impactes a nível do ambiente urbano, criou a necessidade de se fazer uma análise cuidada dos principais problemas / incidências do projecto *Berlenga – Laboratório de Sustentabilidade* por forma a evitar possíveis conflitos e contribuir para uma boa implementação dos projectos e minimização dos impactes.

O estudo é resultado de uma análise profunda dos vários projectos de intervenção, consistindo numa análise efectuada por descritor, feita por entidades competentes nos mesmos.

Foram referidos os aspectos considerados importantes e que contribuem para o planeamento e gestão do projecto em causa.

Na base do trabalho esteve sempre presente o sucesso do projecto e a sua contribuição para o futuro da ilha. Tendo em conta os objectivos do estudo, foram referidos essencialmente, os impactes negativos do projecto, pretendendo-se alertar para determinadas situações e evitar, ou minimizar antecipadamente, problemas que

daí possam advir, apontando para isso algumas recomendações e / ou medidas de minimização.

O estudo de Incidências Ambientais encontra-se neste momento em discussão pública.

AVALIAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

Entidades responsáveis: INETI

Objectivo / Descrição:

Os recursos naturais da Ilha, nomeadamente o solar e eólico, serão objecto de estudo e avaliação.

Existe actualmente na Ilha uma estação anemométrica operada pelo INETI, que constitui uma ferramenta valiosa para a caracterização do recurso energético eólico na ilha.

A avaliação do potencial eólico será efectuada com recurso ao software da especialidade WASP – Wind Atlas Analysis and Application Program, também utilizado pela maioria das instituições e empresas que se dedicam ao estudo e exploração desta forma de energia renovável. Será ainda utilizado o software WindFarmer, um modelo para a optimização do microposicionamento de turbinas no terreno tendo como base a maximização da captação de energia.

Duração: A decorrer

SISTEMA DE ENERGIA

Especificação, avaliação, consulta, selecção, aquisição e instalação de soluções técnicas nas seguintes áreas:

1. Sistema de Energia Piloto

Entidades responsáveis: EDP

Objectivo / Descrição:

Em Dezembro de 2007 foi instalado na Ilha da Berlenga o sistema piloto de energia, constituído por 12 painéis solares fotovoltaicos, com uma potência instalada de 1,84 kW e por 24 baterias que permitirão o armazenamento de 14,6 kWh.

O sistema, que permitirá a alimentação energética de uma habitação do Bairro dos Pescadores, deverá ser integrado com o sistema global de energia a instalar na Ilha.

2. Sistema Global de Energia

Entidades responsáveis: EDP

Objectivo / Descrição:

O sistema energético proposto terá como objectivo produzir e armazenar energia eléctrica de forma sustentável, reduzindo significativamente a necessidade actual de diesel. Este novo sistema tirará partido do recurso renovável presente na ilha, nomeadamente o recurso solar e o eólico.

Com base nos consumos actuais e prevendo um aumento da potência instalada na ilha, considerou-se que o novo sistema eléctrico deverá ser composto por 70 kW de potência renovável. Da potência total instalada, pretende-se que 60 kW sejam com recurso à energia solar, através de painéis fotovoltaicos, e 10 kW com recurso à energia eólica.

A instalação de 50 kW de painéis fotovoltaicos (cerca de 240 painéis) na ilha da Berlenga, que ocuparão uma área aproximada de 1.000 m², está prevista para a zona

militar, próximo do Farol. A exposição solar do local, a área disponível e o facto de ser uma área com vigilância e de acesso restrito faz deste espaço um local privilegiado para a instalação dos mesmos. Os restantes 10 kW de painéis fotovoltaicos deverão ser instalados no Bairro dos Pescadores.

No que se refere à potência eólica, está idealizada a instalação de 2 aerogeradores com uma potência unitária de 2,5 kW, com uma altura máxima (Poste + Raio do Rotor) na ordem dos 10,5 metros, e 1 aerogerador de 6 kW, com uma altura máxima de 12 metros. As turbinas eólicas deverão ficar localizadas na zona norte do Farol da Berlenga.

O sistema de energia será dimensionado para ter três dias de autonomia com recurso a baterias.

O projecto será desenvolvido em duas fases. A primeira fase será implementada durante 2008 e consiste em satisfazer os principais consumos da ilha. A segunda fase do projecto será implementada durante 2009 e considera a restante potência e equipamentos a instalar.

Orçamento total previsto: 635.000,00 Euros

Duração: Junho a Dezembro de 2008 (1ª fase) e 2009 (2ª fase)

3. Sistema Energia Solar Térmica

Entidades responsáveis: GALP Energia e EDP

Objectivo / Descrição:

O sistema de energia solar térmica proposto inclui a instalação de colectores solares térmicos para aquecimento de águas sanitárias em dois locais na Ilha: Casa da Reserva da Berlenga (RNB) e Balneários Públicos. Está prevista a instalação de 2 a 3 colectores solares e 1 termoacumulador na cobertura do telhado de cada um dos locais, sendo que no caso dos balneários públicos a instalação estará dependente da existência de água doce.

Orçamento total previsto: 20.000,00 Euros ⁽¹⁾

(1) O valor está dependente da resposta do ICNB face à disponibilidade da Casa da Reserva para instalação dos equipamentos e também da existência ou não de água doce nos balneários públicos.

Duração: Junho a Dezembro de 2008 (ver calendário em Anexo)

SISTEMA DE ÁGUA E SANEAMENTO

Entidades responsáveis: AdP e Município de Peniche

Objectivo / Descrição:

Na área de água e saneamento estão previstos os seguintes sistemas:

- Sistema de produção de água potável:
 - Cenário 1: demonstração de equipamento de dessalinização (osmose inversa) para produção de água doce a partir de água salgada durante 1 ano, incluindo a execução de trabalhos de construção civil e a instalação de equipamentos conexos, seguido da aquisição do referido sistema (TRUNZ).
 - Cenário 2: instalação de equipamento de dessalinização (osmose inversa) para produção de 3 m³/hora de água doce a partir de água salgada, incluindo pos tratamento, instalações eléctricas, captação e elevação de água do mar, rejeição de concentrados, caseta e laje, alteração da rede de água e beneficiação do reservatório do Castelinho.
 - Cenário 3: Cenário 1, sem aquisição do equipamento + Cenário 2.
- Tratamento da água transportada a partir de Peniche. De facto, a solução de transporte de água por barco será para manter, seja como recurso ou como complemento ao sistema de produção de água a instalar.
- Sistema de tratamento de águas residuais: instalação de um sistema de tamisagem, incluindo instalação de grupo hidropressor, instalações eléctricas, adaptação da Estação Elevatória, caseta e arranjo urbano e alteração da obra de descarga (na

falésia). A tamisação visa efectuar um tratamento preliminar, garantindo a remoção de sólidos e diminuindo significativamente a carga orgânica descarregada no meio receptor.

- Proposta “Estudo sobre contaminação fecal na Ilha da Berlenga – Pressões e Impactes”. O estudo proposto tem como objectivo identificar e quantificar as fontes de contaminação fecal que originam amostras de má qualidade microbiológica. Os trabalhos compreenderão a realização de um conjunto de amostragens, que será complementado com um modelo matemático.

Orçamento total previsto: 430.000,00 Euros ⁽¹⁾

(1) Exclusões: Não se considerou a afectação de técnicos do Município de Peniche e da AdP. Não se incluiu o transporte entre Peniche e a Ilha. Não se incluiu igualmente o IVA, sendo que se não se puder recuperá-lo, os custos aumentam na devida proporção. Finalmente, não se considerou o impacto das potências dos equipamentos no sistema de energia.

Duração: Junho de 2008 a Junho de 2009 (1ª Fase) e 2010 (2ª Fase).

No Cenário 3, dependendo da data de início da demonstração, a duração pode estender-se a 2011.

Nota explicativa: Já dificilmente haverá condições para executar parte significativa de trabalhos de construção civil ou de instalação de equipamentos durante o ano de 2008. Assim, admitindo que se conseguem reunir os financiamentos necessários, será mais realista apontar Junho de 2009 como data de termo da 1ª Fase. Por outro lado, admitindo que a Associação, ou em alternativa o Município de Peniche, apresenta uma candidatura no último trimestre deste ano e que ela é aprovada no final do 1º semestre de 2009, a execução da 2ª Fase estender-se-á até 2010. Finalmente, será de sublinhar que estas estimativas não têm em conta o impacto de eventuais procedimentos de contratação pública.

SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Entidades responsáveis: Município de Peniche

Objectivo / Descrição:

Em termos de gestão de resíduos sólidos está prevista a implementação de um sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), que consiste na criação de um circuito dedicado de gestão de RSU com recurso a um compactador, com o objectivo de eliminar o impacte ambiental da actual gestão de resíduos orgânicos, melhorar as condições de armazenamento e facilitar as operações de transporte de RSU para o Aterro Sanitário do Oeste.

O sistema de compactação irá permitir o processamento de resíduos orgânicos e inorgânicos, e o seu acondicionamento em big-bags no interior de contentores em aço inoxidável, minimizando o impacte visual relativo ao armazenamento dos contentores no cais e possibilitando a valorização destas componentes de resíduos.

Orçamento total previsto: 50.197,20 €

Duração: Junho a Dezembro de 2008 (ver calendário em Anexo)

INTEGRAÇÃO GLOBAL DOS SISTEMAS

Entidades responsáveis: INESC Porto e EDP

Objectivo / Descrição:

A integração global dos sistemas inclui a integração dos sistemas a instalar na Ilha (sistema eléctrico, água, resíduos e saneamento) e o desenvolvimento de um sistema de gestão remoto adequado aos sistemas instalados.

Orçamento total previsto: Valor incluído no fornecimento de serviços.

Duração: Junho a Dezembro de 2008 (ver calendário em Anexo)

LICENCIAMENTOS

Deverão ser realizados todos os procedimentos necessários para o licenciamento dos sistemas energéticos, água e saneamento e gestão de resíduos sólidos.

Duração: Junho a Dezembro de 2008 (ver calendário em Anexo)

Em anexo (Anexo I) pode ser consultado o cronograma com os prazos previstos de duração de cada componente que integra o projecto.

CANDIDATURA AO PROGRAMA QREN

Os associados da Associação irão preparar uma candidatura ao Programa QREN – Quadro de Referência Estratégica Nacional, 2007-2013, para a complementaridade de

todas as acções desenvolvidas, através de um projecto de I&DT (Investigação e Desenvolvimento Tecnológico) Mobilizador específico.

O Projecto Mobilizador permitirá continuar o desenvolvimento do projecto inicial (1ª fase), com atenção para as operações e manutenção dos equipamentos, monitorização ambiental e avaliação de eventuais disfunções ambientais.

Este projecto mobilizador deverá ser submetido ao Programa de Incentivos do Programa QREN até Setembro de 2008.

OUTRAS ACÇÕES A DESENVOLVER

Todos os aspectos não contemplados na Candidatura ao Programa QREN (projecto mobilizador), poderão ser complementados com candidaturas de outros projectos a Programas diferentes, Nacionais ou Internacionais, de modo a obter no Futuro a auto-sustentabilidade do sistema integrado a instalar na Ilha da Berlenga. Estas candidaturas poderão ser objecto do Plano de Actividades de 2009.

Poder-se-á ainda durante o corrente ano fazer um Plano Estratégico global para a Ilha a curto, médio e longo prazo.

CONCLUSÕES

No que respeita à avaliação da solução de tratamento de águas residuais a instalar (tratamento preliminar com tamisador/compactador com malha de 3 mm), e dada a limitação de dados existentes, será ainda precoce tirar conclusões de carácter definitivo. No entanto, e dada a análise que foi feita no âmbito deste trabalho, é muito possível que apenas alterando o ponto de descarga, prolongando-o mais na vertical ou na horizontal, se venham a garantir as características da água do mar compatíveis com uma água balnear.

Paralelamente, e no caso de se vir a demonstrar pelo estudo de contaminação fecal que irá ser desenvolvido, que a principal fonte de contaminação na ilha é de origem difusa, e proveniente das fezes das gaivotas, será necessário introduzir mecanismos de afastamento deste tipo de aves.

A nível de abastecimento de água doce parece preferível optar por uma solução que seja alimentada com sistema próprio de energia renovável. Comparando os custos actuais da água que é transportada por barco com os custos de investimento de um equipamento deste tipo, constata-se que rapidamente se garante o retorno do investimento deste equipamento.

Para que a Berlenga venha a ser um verdadeiro “Laboratório de Sustentabilidade” é determinante que esteja sempre subjacente a qualquer decisão, a escolha de soluções sustentáveis, para que se desenvolva de facto um equilíbrio económico e ambiental, capaz de proporcionar as condições necessárias a quem visita esta ilha. E principalmente, que este equilíbrio se verifique, tanto hoje como no futuro, sem que isso resulte num impacte negativo para este ecossistema.

SUGESTÕES PARA O SUCESSO DO PROJECTO

Para que se garanta o sucesso deste projecto é importante que para além dos investimentos em equipamento, se invista paralelamente em:

- acções de sensibilização aos visitantes e moradores da Ilha,
- colocação de uma painel informativo em local visível com indicação da qualidade da água que é abastecida na ilha, informando dos usos possíveis a dar a essa água.
- recrutamento de pessoal especializado para operação e manutenção das infra-estruturas.
- implementação de um sistema de gestão ambiental com definição de procedimentos a adoptar em situações que possam constituir risco para a saúde pública.
- quando o projecto estiver perfeitamente implementado, poderá avaliar-se a possibilidade de se proceder à medição do estado de sustentabilidade desta ilha, para que este “laboratório” possa ser uma referência para outros projectos semelhantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baig, M.B., Al Kutbi, A.A., 1998, “Design features of a 20 mgd SWRO desalination plant, Al Jubail, Saudi Arabia”, *Desalination* (118) páginas 5 a 12.

Correia, A., 2008, “Análises à água da Ilha da Berlenga para identificação da fonte de contaminação fecal”.

Folley, M., Whittaker, T., 2009, “The cost of water from an autonomous wave-powered desalination plant”, *Renewable Energy, Volume 34, Issue 1*, Páginas 75 a 81.

Hafez, A., El-Manharawy, S., 2002. “Economics of seawater desalination in the Red Sea region, Egypt. Part 1. A case study.”, *Desalination* 153, páginas 335 a 347.

ICN, 2007, “Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Berlengas – Relatório para discussão pública.

Lamei, A.; van der Zaag, P; Von Munch, E, 2007, “Impact of solar energy cost on water production cost of seawater desalination plants in Egypt , páginas 1748,1749 e 1752.

Leiner, G. F., 1989, “Costs of Seawater Desalination in Real Terms, 1979 Trough 1989, and Projections for 1999”, *Desalination, Volume 76, 1989*, páginas 201 a 213.

Lokiec, F., Kronenberg, G., 2003, “South Israel 100 Million m³/y Seawater Desalination Facility: Build, Operate and Transfer (BOT) Project”, *Desalination* (156) páginas 29 a 37.

Metcalf and Eddy, Inc., 1991, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, fourth edition, Mcgraw-hill, Inc., páginas 322 e 323.

Pereira, N., 2003, Tese de Mestrado “*Optimização da configuração de módulos enrolados em espiral em unidades de dessalinização de água do mar por Osmose Inversa*”, Instituto Superior Técnico.

Olthof, N., Bos, F., Rabinovitch, E., Heijman, B., 2008, “*Drinking with the wind*, Delft University of Technology.”

Setiawan, A., Zhao, Y., Nayar, C., 2008, “Design, economic analysis and environmental considerations of mini-grid hybrid power system with reverse osmosis desalination plant for remote areas” *Renewable Energy*,, página 1.

Spilanis, L., Kisos, T., Koulori, M., Kondyli, J., Vakoufaris, H., Gatsis, L., 2009, “Monitoring sustainability in insular areas”, *Ecological Indicators, Volume 9, Issue 1, Páginas 179 e 180*.

White, L., Lee, G, 2009, “Operational research and sustainable development: Tackling the social dimension”, *European Journal of Operational Research, Volume 193, Issue 3, 16, página 683*.

Wilf, M, Bartels, C., 2005, “Optimization of Seawater RO Systems Design”, *Desalination, volume 173, Issue 1 página 1*.

Wilf, M, Kinko, K. 2001, “Optimization of Seawater RO Systems Design”, *Desalination* (138) páginas 299 a 306.

WEB

http://www.divaguas.pt/s/index.php?option=com_content&task=view&id=277&Itemid=1

<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tp-climate-change-water.htm>

http://www.royalhaskoning.com/Royal_Haskoning/water_and_environment/en-GB/News/LandWater+News3.htm

<http://www.waterportal.org/content/view/117/2/>

http://www2.mre.gov.br/aspa/semiarido/data/josema_azevedo.htm

http://snirh.pt/snirh/dados_sintese/zbalnear/c_educativa/pdf/qualidade_zonas.pdf

<http://www.drinkingwiththewind.nl/>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.cm-peniche.pt/>

ANEXO I

Tarefas	Duração																			
	Ano 2007						Ano 2008													
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano 2009	Ano 2010
Assinatura do Protocolo	◆05-Jul																			
Constituição da Associação Berlenga - Laboratório de Sustentabilidade										◆21-Abr										
Estudo de Incidências Ambientais																				
Elaboração do Estudo																				
Entrega do Estudo às Autoridades Competentes										◆14-Abr										
Avaliação de recursos naturais	Em curso - sem limite definido																			
Energia																				
1 - Sistema Piloto																				
2.1 - Sistema Global de Energia (1ª fase)																				
2.2 - Sistema Global de Energia (2ª fase)																				
3.- Sistema Energia Solar Térmico																				
Água e Saneamento																				
Implementação do sistema de tratamento de água e saneamento (1ª fase)																			até Junho	
Implementação do sistema de tratamento de água e saneamento (2ª fase)																				
Resíduos																				
Implementação do Sistema de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos																				
Integração de Sistemas																				
Design e Configuração do Sistema Integrado																				
Desenvolvimento de um Sistema Avançado de Controlo																				
Licenciamentos																				
Energia																				
Água e Saneamento																				
Resíduos																				

